



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación del estudio de métodos para mejorar la productividad en el  
desmontaje de aros camiones en minera Las Bambas, 2018**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial

#### **AUTOR**

Carlos Martin Castañeda Nomberto

#### **ASESOR**

Mg. Marcial René Zúñiga Muñoz

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Gestión empresarial y productiva

**LIMA – PERÚ**

**2018**

## Página del Jurado


 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **Carlos Martin Castañeda Nomberto**, cuyo título es: "**Aplicación del estudio de métodos para mejorar la productividad en el desmontaje de aros camiones en minera las Bambas**"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12 (doce)**.

San Juan de Lurigancho, 19 de diciembre del 2018

  
.....  
**Dr. Robert Julio Contreras Rivera.**  
PRESIDENTE

  
.....  
**Dr. Javier Francisco Panta Salazar**  
SECRETARIO

  
.....  
**Mg. Romel Darío Bazán Robles**  
VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



### **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a mi esposa e hijos, pues son la más profunda motivación que me alienta día a día a seguir hasta alcanzar mis sueños.

### **Agradecimiento**

Agradezco a todos los que accedieron gentilmente a colaborar conmigo brindándome los alcances requeridos para mi investigación. En especial, a la empresa en estudio y a sus colaboradores.


## **Declaración de Autenticidad**

Yo, Carlos Martín Castañeda Nomberto con DNI N° 40412542, a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo documento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto de los documentos como de la información aportada; por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad César Vallejo.

Lima, Diciembre de 2018.



.....

Carlos Martín Castañeda Nomberto  
D.N.I. N° 40412542

## Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grado y de Títulos de la universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Aplicación del estudio de métodos para mejorar la productividad en el desmontaje de aros camiones en minera Las Bambas, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos para obtener el título profesional de INGENIERO INDUSTRIAL.

La investigación se ha estructurado en ocho capítulos según el esquema de investigación propuesto por la universidad. En el capítulo I, la introducción de la investigación con la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos. En el capítulo II se presenta el método con el diseño de investigación, las variables y su operacionalización, la población y la muestra, técnicas e instrumentos, métodos de análisis y aspectos éticos. En el capítulo III se presentan los resultados. En el capítulo IV, se expone la discusión de los resultados. En el capítulo V se formulan las conclusiones. En el capítulo VI se presentan las recomendaciones. Por último, en el capítulo VII se muestran las referencias y en el capítulo VIII los anexos de la investigación.

Con el cumplimiento de los aspectos en mención, se espera actuar de conformidad a las exigencias de la Universidad César Vallejo.



Carlos Martín Castañeda Nomberto

## **Resumen**

La tesis se propuso por objetivo llegar a determinar la medida en que la aplicación del estudio de métodos puede mejorar la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018. Con tal fin se efectuó un estudio de enfoque cuantitativo, contando con un diseño de nivel cuasi experimental.

La población del estudio se encontró compuesta por la información recogida de forma cuantitativa en el área de desmontaje de aros, recolectándose con frecuencia diaria, de tal manera que la población fueron los períodos de tiempo de 12 semanas. La muestra, por la temporalidad en la que se recogieron los datos, se constituyó de la población, es decir, 12 semanas.

La conclusión principal señaló que la aplicación estudio de métodos mejora significativamente la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018. En esa línea, la media de la productividad fue de 65.17% antes del estudio de métodos, y la media de la productividad fue de 88.75%, con una diferencia de 23.58% después del estudio de métodos.

*Palabras clave:* Estudio de métodos, productividad, desmontaje de aros.

## **Abstract**

The thesis was proposed by objective to determine to extent to which the application of the study of methods can improve productivity in the disassembly of the trucks rings in Minera Las Bambas, 2018. To this end, a quantitative study with quasi experimental design study.

The population was made up of information collected in a quantitative way in the ring dismantling area, collecting daily, so that the population was the time periods of 12 weeks. The sample, because of the temporality in which the data were collected, was made up of the population that is 12 weeks.

The main conclusion was that the application study of methods significantly improves the productivity in the dismantling of the trucks in Minera Las Bambas, 2018. The average of the productivity is of 65.17% before the study of methods, and the average of the productivity was 88.75% after the Study of methods, with a difference of 23.58%.

*Key words:* Study of methods, productivity, dismantling of hoops.



## Índice

Página del Jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento .....	iv
Declaración de Autenticidad .....	v
Presentación.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
Índice .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. Realidad problemática .....	13
1.2. Trabajos previos .....	19
1.2.1. A Nivel Internacional .....	19
1.2.2. A Nivel Nacional .....	21
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	24
1.3.1. Estudio de métodos.....	24
1.3.2. Productividad.....	30
1.4. Formulación del problema.....	36
1.4.1. Problema general .....	36
1.4.2. Problemas específicos.....	36
1.5. Justificación.....	36
1.5.1. Justificación teórica .....	36
1.5.2. Justificación práctica .....	37
1.5.3. Justificación metodológica .....	37
1.5.4. Justificación social.....	37
1.5.5. Justificación económica.....	38
1.5.6. Justificación medio ambiental .....	38
1.6. Hipótesis.....	38
1.6.1. Hipótesis general .....	38
1.6.2. Hipótesis específicas.....	38
1.7. Objetivos .....	39
1.7.1. General.....	39

1.7.2. Específicos .....	39
II. MÉTODO.....	40
2.1. Diseño de investigación.....	41
2.1.1. Método hipotético-deductivo .....	41
2.1.2. Aplicada .....	41
2.1.3. Explicativo .....	41
2.1.4. Enfoque cuantitativo .....	41
2.1.5. Diseño pre experimental .....	42
2.2. Variables, operacionalización.....	42
2.2.1. Operacionalización de variables .....	43
2.3. Población y muestra .....	44
2.3.1. Población .....	44
2.3.2. Muestra .....	44
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	45
2.5. Validación y confiabilidad del instrumento .....	45
2.5.1. Validación.....	45
2.5.2. Confiabilidad .....	45
2.6. Métodos de análisis de datos .....	45
2.7. Aspectos éticos .....	46
III. RESULTADOS.....	47
3.1. Planteamiento de la propuesta.....	48
3.1.1. Aplicación del estudio de métodos .....	54
3.2. Análisis descriptivos.....	61
3.2.1. Variable dependiente: Productividad.....	61
3.2.2. Variable dependiente – dimensión 1: Eficiencia .....	64
3.2.3. Variable dependiente – dimensión 2: Eficacia .....	67
3.3. Análisis inferencial.....	70
3.3.1. Prueba de hipótesis variable dependiente: Productividad .....	70
3.3.2. Prueba de hipótesis variable dependiente – dimensión 1: Eficiencia .....	72
3.3.3. Prueba de hipótesis variable dependiente – dimensión 2: Eficacia .....	74
IV. DISCUSIÓN .....	76
V. CONCLUSIÓN .....	80
VI. RECOMENDACIONES .....	82

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
VIII. ANEXOS .....	89
Anexo 1. Matriz de consistencia. ....	90
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos. ....	91
Anexo 3. Base de datos. ....	93
Anexo 4. Detalle de tiempo observado y cálculo de tiempo estándar. ....	95
Anexo 5. Formato de Validación.....	97
Anexo 6. Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación .....	99
Anexo 7. Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación .....	100
Anexo 8. Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis .....	101

## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. Realidad problemática

Como el Banco Mundial (2018) señala, entre 2014 y 2017 se observó que la economía se desaceleró debido a la baja presente en el precio internacional de los *commodities*, generando una que la inversión privada se contrajera, es decir, retroceda a menores ingresos fiscales y desaceleración del consumo, con un PBI de 3,1%. La inflación promedio se situó en 2,8% en 2017. Se confió entonces en una aceleración del PBI con base en un incremento por parte de la inversión privada frente a una parcial recuperación en referencia al precio de *commodities* en este año 2018.

El sector minero en el mundo se encuentra en expansión con altibajos en inversiones, sin embargo, en los últimos 10 años. En el 2016, las 40 principales mineras obtuvieron rentabilidad con una utilidad neta agregada de US\$ 20,000 millones. Según el Ranking, BHP Biliton Limited de Australia y Reino Unido ocupó el primer lugar entre ellas (Gestión, 2017).

A nivel nacional en cuanto a inversiones en minería, éstas crecerán 20% el 2018, alcanzando más de 5,000 millones de dólares según el Ministerio de Energía y Minas. Las empresas del sector minero realizaron un incremento del 30% en sus inversiones en infraestructura registrados en el primer trimestre (El Comercio, 2018).

La empresa minera Las Bambas es una mina de cobre situada a más de 4000 m.s.n.m. ubicada entre las provincias de Grau y Cotabambas, en la Región Apurímac. Se encarga de la producción de concentraciones de cobre con obtención de subproductos de molibdeno, oro y plata. Inició actividades en diciembre 2015 y realizó su primer envío en enero 2016 desde el puerto de Matarani (Arequipa). Se encuentra liderada por el consorcio MMG, cuya visión es “construir la empresa diversificada de metales base más respetada del mundo” y su misión “Hacemos minería con el fin de generar riqueza para nuestra gente, las comunidades en las que desarrollamos nuestras operaciones y nuestros accionistas” (Rivera, 2015).

Actualmente, la empresa se encuentra con la necesidad de dedicar más horas de trabajo al desmontaje de aros camiones para dar cumplimiento a la producción semanal planificada y exigida por la gerencia de mantenimiento mina. Los aros se encuentran diseñados a fin de favorecer la disminución de tiempos en los trabajos de montaje y desmontaje vertical de los neumáticos porque no se presenta una imperiosa necesidad de que los aros bases sean desmontados a efectos del retiro de los neumáticos, de tal manera que estos aros son factibles de permanencia en una posición determinada en la extensión de vida del producto, evitándose así la reducción de la vida útil de objetos orientados a la fijación de

rueda, así como herramientas de utilidad para el taller de enllante.

En ese sentido, la ingeniería industrial cuenta con la posibilidad de mejorar los procesos productivos dado que:

Industrial optimization make a link between mathematics, engineering and management, using as operations research, heuristics or simulation, for achieving the best possible solution for a problem for industrial and service companies, in terms of a specified objective (Lima, Mesquita y Rabelo, 2017, p. 6).

La optimización industrial crea un vínculo entre las matemáticas, la ingeniería y la gestión, utilizando como investigación de operaciones, heurística o simulación, para lograr la mejor solución posible para un problema para las organizaciones industriales y de servicios, en términos de un objetivo determinado pero específico. La productividad concede a toda organización competitividad (Carro y González, 2001), y tiene claras implicancias cuando se observa su medición en el Perú (Céspedes, Lavado y Ramírez, 2016).

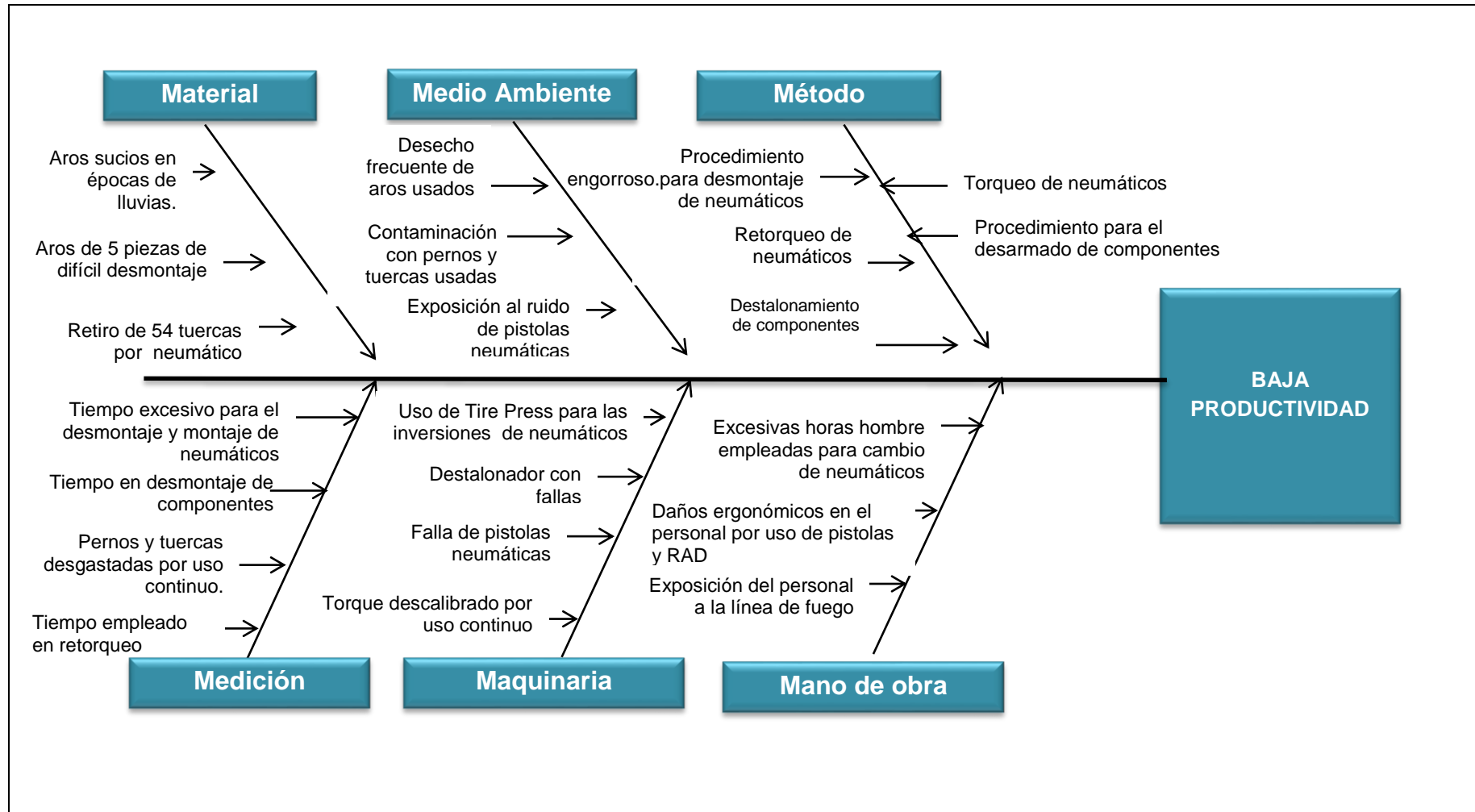
La baja productividad encuentra como causas: aros sucios en épocas de lluvia, Aros de 5 piezas difícil desmontaje, retiro de 54 tuercas por neumáticos, desechos frecuentes de aros usados, contaminación con pernos tuercas usadas, procedimiento engorroso para desmontaje de neumáticos, entre otras causas que fueron necesarias enumerar.

Para ello, previas coordinaciones con los directivos de la organización minera, se efectuaron actividades de convocatoria a reunión con el firme propósito de identificar las causas de la baja productividad, recurriéndose a la lluvia de ideas para listar las causas que se señalaron. Posteriormente, haciéndose uso del diagrama de Ishikawa, que es mostrada en la figura 1, se exponen las razones encontradas.

**Diagrama de Ishikawa:** De Saeger (2018) señala que el diagrama de Ishikawa busca solucionar los problemas desde la raíz.

En la figura 1 es posible observar el gráfico de causa y efecto o Ishikawa que se formuló después de realizada una reunión entre los integrantes del área a fin de diagnosticar las razones por las que se contaba con una baja productividad en el desmontaje de aros

Figura 1. Diagrama causa-efecto



Fuente: Minera Las Bambas (2018).

### Diagrama de Pareto.

Para evidenciar prioridades se utilizó el diagrama de Pareto, con el fin de fundamentar según documento de ocurrencias e incidencias presentadas por los camiones, además se utilizaron datos del cuadro estadístico mensual diseñado como formato de recolección de información.

Con las causas identificadas a partir del historial de cada camión, de allí se obtuvieron los datos para la Tabla 1.

Tabla 1. Causas según Ishikawa.

M	C	Causas	Cantidad de fallas
Material	C1	Aros sucios en épocas de lluvia	200
	C2	Aros de 5 piezas de difícil desmontaje	200
	C3	Retiro de 54 tuercas por neumático.	200
Medio Ambiente	C4	Desechos frecuente de aros usados	80
	C5	Contaminación con pernos y tuercas usadas	60
	C6	Exposición al ruido de pistolas neumáticas.	40
Método	C7	Procedimiento engorroso para desmontaje de neumáticos	300
	C8	Retorqueo de neumáticos	350
	C9	Destalonamiento de componentes	500
	C10	Torqueo de neumáticos	500
	C11	Procedimiento para el desarmado de componentes	450
Mano de obra	C12	Excesivas horas hombres empleadas para el cambio de neumático	80
	C13	Daño ergonómico en el personal por el uso de pistolas y Rad.	70
	C14	Exposición del personal a la línea de fuego.	80
Maquinaria	C15	Uso de Tire Press para inversión de neumáticos	10
	C16	Destalonador con fallas	60
	C17	Falla de pistolas neumáticas	50
	C18	Torqueo descalibrado con el uso continuo.	20
Medición	C19	Tiempo excesivo para el desmontaje y montaje de neumáticos.	120
	C20	Tiempo en desmontaje de componentes.	200
	C21	Pernos y tuercas desgastadas por el uso.	80
	C22	Tiempo empleado en el torqueo.	120

Después de listar las causas, se procedió a dar ordenamiento a las ideas recibidas por parte de los miembros de la reunión, formulándose cálculos en porcentajes parciales, luego en cantidades mostradas en acumulación, como se muestra en la tabla 2.

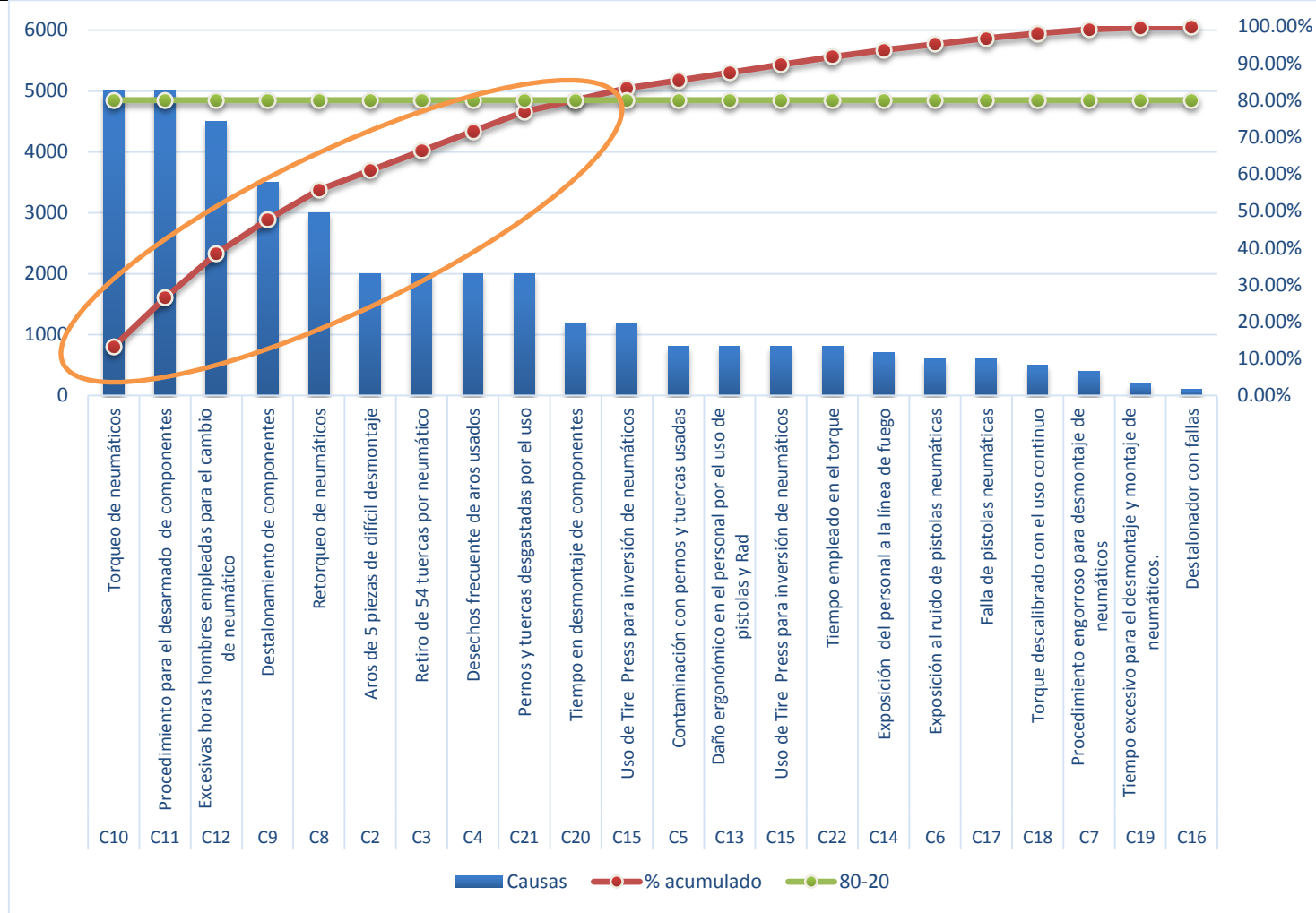


Tabla 2. Causas por prioridad y porcentaje.

	<b>Causas</b>	<b>Puntaje</b>	<b>% Acumulado</b>
C10	Torqueo de neumáticos	5000	13.26%
C11	Procedimiento para el desarmado de componentes	5000	26.53%
C12	Excesivas horas hombres empleadas para el cambio de neumático	4500	38.46%
C9	Destalonamiento de componentes	3500	47.75%
C8	Retorqueo de neumáticos	3000	55.70%
C2	Aros de 5 piezas de difícil desmontaje	2000	61.01%
C3	Retiro de 54 tuercas por neumático	2000	66.31%
C4	Desechos frecuente de aros usados	2000	71.62%
C21	Pernos y tuercas desgastadas por el uso	2000	76.92%
C20	Tiempo en desmontaje de componentes	1200	80.11%
C15	Uso de Tire Press para inversión de neumáticos	1200	83.29%
C5	Contaminación con pernos y tuercas usadas	800	85.41%
C13	Daño ergonómico en el personal por el uso de pistolas y Rad	800	87.53%
C15	Uso de Tire Press para inversión de neumáticos	800	89.66%
C22	Tiempo empleado en el torque	800	91.78%
C14	Exposición del personal a la línea de fuego	700	93.63%
C6	Exposición al ruido de pistolas neumáticas	600	95.23%
C17	Falla de pistolas neumáticas	600	96.82%
C18	Torque descalibrado con el uso continuo	500	98.14%
C7	Procedimiento engorroso para desmontaje de neumáticos	400	99.20%
C19	Tiempo excesivo para el desmontaje y montaje de neumáticos.	200	99.73%
C16	Destalonador con fallas	100	100.00%

De acuerdo a los datos de la tabla 2 se elaboró el diagrama de Pareto que se muestra en la figura 2.

Figura 2. Diagrama causa-efecto



Fuente: Minera Las Bambas (2018).

Por la información presentada en el diagrama de Pareto hemos hallado las causas de mayor importancia en la baja productividad en el desmontaje de aros camiones, identificándose 9 causas que debemos solucionar, quiere decir que el 20% de los pocos vitales a solución.

El problema es: ¿De qué manera la aplicación del estudio de métodos mejora la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018?

## **1.2. Trabajos previos**

### **1.2.1.A Nivel Internacional**

Según Amores y Vilca (2013) en la tesis *“Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la Empresa H & N Ecuador ubicada en la Panamericana norte sector Lasso para el periodo 2011-2013”*, Ingeniería Industrial, Latacunga-Ecuador. Expresó como objetivo lograr la mejora de la productividad en una planta faenadora utilizando la optimización de recursos reestructurando la producción en obtención de un producto competitivo. Conclusiones: En la producción de 1600 pollos el tiempo anterior fue de 8,46 horas. Con la propuesta se mejoró el tiempo reduciéndose a un tiempo de 7,01 horas para la misma cantidad de producción, lográndose una reducción de 1,45 horas en la producción, con un porcentaje del 17,14%. Así, se mejoró la productividad de la planta faenadora. Este estudio tiene relación con la productividad para efectos de ser contrastados con los resultados de la investigación en cuanto al manejo de los tiempos de producción y su comparación efectiva mediante experimentación.

De acuerdo con Silva (2015) en su tesis *“Maximización del rendimiento de las llantas de los camiones 240T y 320T mediante el análisis y mejoramiento de las condiciones de las vías en carbones del Crrejón Limited”*, Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. Consideró como objetivo lograr el máximo rendimiento de las llantas de los camiones analizando mejorando las características de las vías de traslado hacia la mina. Metodológicamente, el estudio mostró ser de tipo aplicada. Como conclusión señaló que realizado el diagnóstico se determinaron los procesos más idóneos a mejorar, como la identificación de daños relacionados a los atributos que presenta condición de las vías de acuerdo a las llantas que más servicio requieren en la operación

minera. La causa se halla en baches y ondulaciones en las vías de acarreo que no cuentan con control. El Anova efectuado llevó a la conclusión de que el rendimiento de camiones 240T y 320T se muestra igual con una significatividad menor que los camiones 190T, demostrado estadísticamente mediante T de Student. Este estudio tiene relación con la productividad para efectos de ser contrastados con los resultados de la investigación.

Según Vidal (2014) en su tesis *“Optimización del flujo de la planta, según los criterios de lead time, inventario en proceso y capacidad de planta, en planta productiva de barras de perforación minera”*, Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile, Chile. Mostró por objetivo evaluar el impacto financiero y productivo debido a la reducción del inventario en proceso en el proceso de fabricación de barras de perforación mineras. Metodológicamente, el estudio mostró ser de tipo aplicada. Concluyó que el impacto que tiene el *Lean Manufacturing* en los procesos operacionales, operaciones productivas *Lean* implica tener un menor costo operacional, logrando una mayor rotación del inventario en proceso aumentado la liquidez de la organización. Este estudio guarda asociación con la variable productividad que para su estudio y discusión serán comparados con los resultados de la investigación.

Alzate y Sanchez (2013) en la tesis *“Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo ‘clásico de dama’ en la empresa de calzado caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación”*, Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira- Colombia. Como objetivo general se propuso realizar una definición metodológica para la producción, es decir, un método más práctico, con enfoque de economía y eficacia, con un estándar de tiempo en la producción de calzado tipo clásico de dama. En la investigación se aplicó una metodología experimental, realizada en la organización empresarial Caprichosa. El estudio dio a conocer condiciones de situación, costumbres y características actitudinales presentes en las actividades de producción que fueron descritas. En sus conclusiones señalan haber identificado los atributos necesarios para la formulación de la propuesta de mejora a ser ejecuta en las distintas tareas de las áreas. Se determinó un tiempo estándar de fabricación con diversas propuestas, definiéndose luego un método para la producción, evidenciándose la reducción del costo laboral y el aumento de la productividad.

Escamilla, Meza y Llamas (2011) en el artículo *“Estudio de Productividad del Equipo de Carga en una Mina de Mineral de Fierro a Cielo Abierto”*, publicado en *Conciencia Tecnológica*, 42, Julio-Diciembre, México. Tuvo por objetivo examinar la productividad de los equipos de carga de una mina de fierro a cielo abierto. Utilizó una metodología de enfoque cuantitativo, con un diseño propio de la aplicación experimental. Se consideró una organización minera en el municipio de Aquila, Michoacán como población y muestra. Concluyó que considerando en la labor un número oportuno de camiones, es posible que el equipo de carga pueda cargar 610 tph de material estéril o 1,000 tph de mineral por cada turno de trabajo según la media, empero esto no se daría si no se logra aumentar la capacidad en el sistema de trituración y mejorando el equipo de acarreo. En ese sentido, la productividad en cuanto a cada operador se presenta de forma muy variables, pues se cuenta con un alto número de operadores para el manejo del equipo de carga. En tanto, la productividad en el turno nocturno muestra diferencias significativas con la productividad diurna y mista, todo ello muy a pesar de contar con mayor uso neto del equipo. Esta situación puede deberse a la falta de visibilidad que se presenta durante la noche. La investigación guarda asociación con la productividad para su contraste y discusión con los resultados de la investigación.

### **1.2.2.A Nivel Nacional**

Chavarria (2017) en su tesis *“Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de cromo duro de la empresa Recolsa S.A.; Callao 2017”* Ingeniería Industrial, Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Como objetivo se propuso llegar a la determinación de una posible influencia de la ingeniería de métodos (Estudio de métodos y estudio de tiempos) respecto a la productividad (Eficiencia y eficacia) en el área de Cromo duro. Aplicó una metodología con enfoque cuantitativo, apelando a un diseño pre experimental para demostrar la influencia en el área de Cromo duro de la empresa Recolsa S.A. Consideró como población y muestra las operaciones realizadas en el proceso por un tiempo de 26 semanas, iniciándose en octubre de 2016 y culminando en marzo de 2017. Concluyó que al ser aplicada la ingeniería de métodos generó los incrementos de forma significativa en su productividad con un 11%. Asimismo, por medio del estudio de métodos, se accedió a la reducción de fallas en las operaciones de cromado de 10% (70 fallas mensual) a 4% (38 fallas mensual), con una mejora del 6%. Así también, se accedió a la reducción de

tiempo en el ciclo producto de cromado pasando de 16 horas a 11 horas en la producción de pieza cromada. Este estudio tiene relación con el estudio de métodos como variable independiente y con productividad como variable dependiente, ambos para efectos de ser contrastados con los resultados de la investigación.

Tovar (2016) en la tesis *“Estudio de métodos y tiempos para mejorar la productividad en la línea de sofás de una empresa de muebles, Independencia, 2016”*, Ingeniería Industrial, Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Consideró como objetivo establecer la forma en que el estudio de métodos y tiempos puede mejorar la productividad en la línea de sofás de una empresa de muebles. Aplicó una metodología con enfoque cuantitativo, apelando a un diseño pre experimental. El estudio se realizó en Independencia en el año 2016. Como conclusión llegó a determinar que el estudio de métodos y tiempos es capaz de mejorar de forma significativa la productividad en la línea de sofás. En referencia a la media de la productividad antes de la aplicación la productividad fue de 67.95%, y la media de la productividad después de la aplicación la productividad fue de 95.48%. Dado que la tesis muestra consideración del estudio de métodos en las acciones de los operadores de producción, con enfoque en la mejora, se considera para discusión en aspectos de productividad, eficiencia y eficacia.

Rojas (2016) en su tesis *“Ingeniería de métodos para la mejora de la productividad en los equipos de movimiento de minerales en la Empresa Impala Terminals Perú S.A.C.”* Ingeniería Industrial, Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Como objetivo se propuso establecer la forma en que la ingeniería de métodos puede mejorar la productividad. Aplicó una metodología con enfoque cuantitativo, apelando a un diseño pre experimental. Consideró como población y muestra de la empresa minera Impala Terminals Perú. La información se orientó a la recolección en un tiempo de 15 días entre los meses de marzo y abril, considerándose un diagnóstico inicial y posterior, después de implementada la mejora en cada uno de los tres turnos rotativos (diurno, mixto y nocturno). Concluyó con la obtención de resultados luego de implementada la mejora. De esta forma, la producción mostró un incremento que fue de un 18 % a un 24 %. Este estudio se asocia con las variables estudio de métodos y productividad para efectos de ser contrastados con los resultados de la investigación. La diferencia hallada fue de 6%. Este estudio tiene relación con la productividad para efectos de ser contrastados con los resultados de la investigación.

Según Etchebarne (2016) con su tesis *“Gestión por procesos para incrementar la productividad del área de ensamble de camiones 930E- 4 Komatsu – Antamina 2016”*; Ingeniería Industrial, Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Consideró como objetivo establecer de qué manera la gestión por procesos influye en la productividad a fin de aumentarla, ello en el proceso de ensamble de camiones 930E-4 Komatsu. Contó por objetos de estudio la gestión por procesos que incluyó a la dimensión costo de actividad y la dimensión tiempo de proceso; mientras la productividad fue variable dependiente de estudio con la dimensión eficiencia y la dimensión eficacia. Llegó a la conclusión de que la gestión de procesos logra incrementar la productividad del área de ensamble. De acuerdo con la media de la productividad se obtuvo 43.70% antes de la gestión por procesos y según la media de la misma se obtuvo 75.29% después de la gestión por procesos, presentando diferencias de significancia en la productividad antes y después de la gestión por procesos. Este estudio tiene relación con la productividad para efectos de ser contrastados con los resultados de la investigación.

Moreno y Oshiro (2015) en la tesis *“Propuesta de mejora de procesos en el departamento de contratos en una empresa prestadora de servicios en maquinaria pesada del sector minero”*, Lima, Perú, Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. El objetivo del estudio consistió en mejorar la producción para prestar servicios de maquinaria en las operaciones mineras. La investigación recurrió a la tipología según aplicación. Como objetivo se propuso realizar mejoras en los procesos para el contrato de mantenimiento. Utilizó metodológicamente un nivel descriptivo explicativo, con un diseño experimental. Como conclusión figura el reducir el tiempo de elaboración de las propuestas de mantenimiento a 7 días; reducir la variabilidad en las tarifas de mantenimiento menor al 2%. Este estudio tiene relación con la productividad para efectos de ser contrastados con los resultados de la investigación.

Rodriguez del Águila (2012) en su tesis *“Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca”*, para obtener el título de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Consideró como objetivo mejorar la mantenibilidad de equipos de la empresa minera. Aplicó una metodología con enfoque cuantitativo, apelando a un diseño pre experimental. Como conclusión mostró la comprobación de la factibilidad para la mejora

desde un enfoque económico presentando un VAN de \$ 15'402,040.02 mayor al valor 0, por lo tanto la propuesta puede rendir una tasa mayor a la que se exige, de tal forma que se puede aceptar la mejora, valorando el ahorro comparado en aplicaciones de indicadores respecto a la situación actual y a la condición óptima que medirá la organización. Este estudio tiene relación con la productividad en una empresa perteneciente al mismo sector de la empresa estudiada para así ser comparados con los resultados de la investigación.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Estudio de métodos**

##### **A. Definición de estudio de métodos**

El estudio de métodos consiste en contar con un “observador [que] compara la eficacia del operario con el concepto de un operario calificado que hace el mismo trabajo, y después asigna un porcentaje para indicar la razón del desempeño observado sobre el desempeño estándar” (Freivalds y Niebel, 2014, p. 335).

Los autores proponen así que para estudiar el método es requisito contar con quien observe el proceso productivo, siendo necesario contar con un operario que presente los niveles de calificación para realizar el trabajo, asignándosele valores a los desempeños y compararse con una medida denominada estándar.

De acuerdo con lo que sostiene Kanawaty (2012), “El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras” (p. 19).

El autor se refiere así que como parte del estudio de métodos se efectúa un registro y evaluación de las formas de trabajo de acuerdo al conjunto de operaciones que conforman un determinado proceso. El fin de tal evaluación son las mejoras en términos de reducción de tiempos y esfuerzos.

Según Santos, Wynn y Torres (2018), “se define como la técnica que permite reducir la cantidad de trabajo, de esta forma se eliminan del proceso los tiempos improductivos”



(p.107).

De acuerdo con los autores, el estudio de métodos consiste una técnica orientada a la reducción del número de operaciones de un proceso determinado, dirigido a la eliminación del tiempo que no es productivo.

Según Freivalds y Niebel (2014) “el análisis de una operación permite incrementar la productividad por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo unitario” (p. 518).

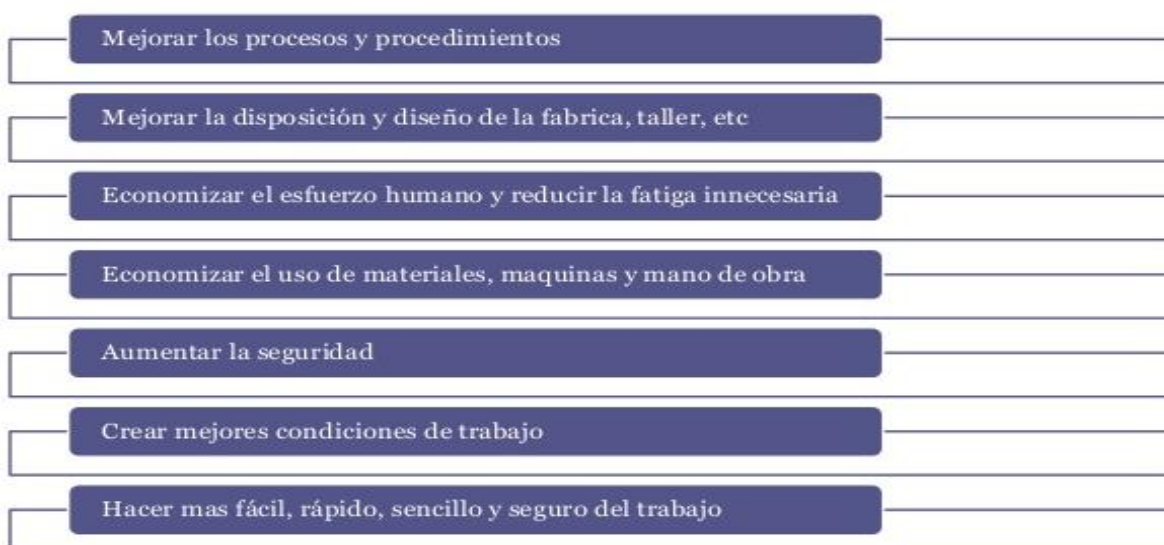
Como señalan los autores, el estudio de método se enfoca en el tiempo empleado en el proceso productivo, con el fin de que éste pueda ser reducido optimizando el tiempo y el esfuerzo asignado a él para la producción, con lo cual también se espera reducir el costo unitario por producto.

Según Darwish y Van Dyk (2016):

Part of the focus of industrial engineering in the 20th century was on work studies, standardisation, and production lines, which required a novel solution to problems resulting from the complex connection between workers and their health (human), productivity (economy) and resources (environment) (p. 54).

Los autores resaltan de este modo que parte del enfoque de la ingeniería industrial en el siglo XX fueron los estudios de trabajo, la estandarización y las líneas de producción, que requerían una solución novedosa a los problemas resultantes de la compleja conexión entre los trabajadores y su salud (humana), productividad (economía) y recursos (ambiente).

Figura 3. Objetivo del estudio de métodos.



Fuente: Buenaño (2014).

## B. Etapas básicas de estudio de métodos

De acuerdo con Castaño y Hayek (2018) en el estudio de métodos consta de siete etapas:

**Seleccionar:** Al inicio del estudio de métodos, lo primero consiste en seleccionar la labor que se va a estudiar bajo consideraciones de índole económica, de orden técnico, de los aspectos vinculados a las reacciones de las personas.

**Registrar:** Se registran los hechos dependiendo del grado de exactitud, por lo que será sometido a examen crítico y para idear el método de forma mejorada. Se anotan los datos, además de técnicas mediante uso de diagramas DOP (Diagrama de Operaciones del Proceso) y DAP (Diagrama de Análisis del Proceso).

**Examinar:** Al examinar se busca la eliminación, combinación, redistribución y simplificación de las tareas, mediante preguntas que son formuladas para identificar las oportunidades de mejora del método actual empleado en la empresa.

**Idear:** De acuerdo a la obtención de la información y analizadas previas etapas se elige el método más efectivo, eficiente y práctico.

**Definir:** Se escribe de forma detallada el nuevo método con los diagramas requeridos para su determinación y comprensión por todos los usuarios.

**Implantar:** Se realiza la presentación del nuevo método a los usuarios y se obtiene su aceptación, dando a conocer sus ventajas, modificaciones y dificultades. Aceptado el método nuevo, se capacita y compromete a los empleados en la aplicación de los cambios.

**Mantener en uso:** Realizada la implementación del método nuevo, se mantiene su uso y se comprueba la aplicación correcta para evitar retrocesos o volver a la utilización del método anterior.

### **C. Implicancias del estudio de métodos**

Entre sus implicancias, según Castaño y Hayek (2018), el estudio de métodos, se encuentran los siguientes:

Realizar la investigación y perfeccionamiento de las operaciones

Dar resultados debido a un proceso sistemático aplicado

Se asigna a una persona con dedicación exclusiva

La inversión económica es baja

Es de aplicación generalizada para toda la organización

La dirección se encuentra comprometida

Es parte de la cultura en la organización

### **D. Dimensiones de estudio de métodos**

Como dimensiones del estudio de métodos, los autores concuerdan en que son el estudio de tiempos y el muestreo de métodos.

#### **Estudio Tiempos**

Según Cruelles (2013), el estudio de tiempos “Representa la mejor forma de establecer estándares de producción justos” (p. 307).

Conforme a lo señalado por el autor, el estudio de tiempos rige al estudio de métodos, pues representa la mejor forma de reducir el esfuerzo del trabajo, hablándose por ello de

producción justa.

De acuerdo con Salvendy (2013):

It is as important that a well-designed form be used for recording elapsed time and working up the study. The time study form is used to record all the details of the time study. It should be designed so that the analyst can conveniently record watch reading, foreign elements (p. 1414).

El autor da realce a que el estudio de tiempos como parte del estudio de métodos, es tan importante que se use una forma bien diseñada para registrar el tiempo transcurrido y preparar el estudio. El formulario de estudio de tiempo se usa para registrar todos los detalles del estudio de tiempo. Debe estar diseñado para que el analista pueda grabar convenientemente la lectura de reloj, elementos extraños.

Según Baca, Cruz, Cristobal, Baca, Gutiérrez, Pacheco, Rivera, Rivera, y Obregón (2014), “tiene el objetivo de registrar los tiempos de ejecución de las actividades de una operación, observándolas directamente” (p. 187).

Los autores resaltaron el objetivo del estudio de tiempos que consistió en la recolección del tiempo para ser registrado en un documento según horas y minutos empleados por las operaciones de un proceso, lo que se debe observar directamente y medido con un cronómetro.

De acuerdo con Santos *et al.* (2010), el estudio de tiempos recurre a “procedimientos que usa un cronometro para establecer estándares” (p. 318).

$$\text{Tiempos} = \frac{\text{Tiempo normal}}{\text{Tiempo estándar}}$$

El autor resalta el uso del cronómetro para la medición oportuna sobre el número de operaciones que se realizan para la concreción de un proceso.

## **Muestreo del Trabajo**

De acuerdo con Cruelles (2013), “Es una técnica para investigar las proporciones del tiempo total que se dedican a las diferentes actividades que constituyen una tarea o una situación de trabajo” (p. 411).

El muestreo del trabajo refiere, según el autor, a registrar los tiempos totales de todo el proceso de acuerdo a su número de operaciones, realizando condiciones diferentes para establecer tales tiempos.

De acuerdo con Brannick, Levine y Morgeson (2007): “Work sampling is a method of gathering observations about one or more workers over time” (p. 25).

Los autores se refieren a que el muestreo de trabajo es un método de recopilación de observaciones sobre uno o más trabajadores a lo largo del tiempo.

De acuerdo con Meyers (2000), “es el proceso de observar al azar el desenvolvimientos de los empleados para determinar cómo aprovechan el tiempo” (p. 205).

Es decir, conforme a lo señalado por el autor, se realizan mediciones varias sobre el conjunto de operaciones efectuadas por los trabajadores.

De acuerdo con Baca *et al.* (2013), “un estudio de muestreo es determinar proporciones de tiempos basados en observaciones aleatorias que justifiquen su validez estadística”. (p. 190).

$$\text{Método} = \quad TN = TO * C/100$$

TN = Tiempo normal

TO = Tiempo medio observado

C = Calificación

De acuerdo con el autor, el estudio del muestreo del trabajo establece la proporción de tiempos obtenido por medio de la observación por azar sobre el número de operarios o trabajadores con los que se cuenta. Esta metodología se basa en el principio elemental de realizar la calificación del desempeño que significa:

(...) ajustar el tiempo medio observado (TO) para cada elemento ejecutado durante el estudio al tiempo normal (TN) que requeriría un operario calificado para realizar el mismo trabajo:  $TN = TO \times C/100$  donde C es la calificación del desempeño del operario expresada como porcentaje y el 100% corresponde al desempeño estándar de un operario calificado. ()

Esto supone que para la realización de una labor justa en la calificación, el analista del estudio de tiempos debe mostrar capacidad para no considerar la personalidad como factor, así como otros, posibles de influir, valorando sólo la cantidad de labor ejecutado por unidad de tiempo, en contraste con la cantidad de labor que el operario calificado produciría.

#### **E. Consideraciones para la aplicación del estudio de métodos**

Entre las consideraciones requeridas, señaladas por Castaño y Hayek (2018), se cuentan las que se muestran a continuación:

Relaciones de cordialidad y paz entre la Dirección y sus colaboradores

Condición de compromiso y comprensión de los Directores

Como aliado se presenta el supervisor, bajo ninguna circunstancia como enemigo

Considerar si la organización a intervenir es formal o informal

La persona asignada que realice el estudio evidenciará disponer del conocimiento, experiencia, prudencia y confianza.

#### **1.3.2. Productividad**

Según Bailey y Barley (2005), bajo el enfoque de la productividad, los ingenieros industriales se hicieron “widely known [for] organized and streamlined procurement, inventory, quality and accounting systems. They redesigned machine tools to increase accuracy and efficiency” (p. 745).

Es decir, ampliamente conocidos por sistemas organizados y simplificados de adquisición, inventario, calidad y contabilidad, rediseñaron las máquinas herramientas para aumentar la productividad y la eficiencia.

## **A. Definición de Productividad**

De acuerdo con García (2011), se define la productividad como “la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron” (p. 17).

El autor destaca que la productividad consiste en la asociación presente o dada entre la producción alcanzada y los elementos en uso para la obtención de tal logro.

De acuerdo con Jiménez (2018) se afirma que la productividad “se puede definir como la relación entre cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados” (p. 1).

Explica así el autor que la productividad se asocia de la cantidad de recursos así como servicios obtenidos mediante el uso de otros recursos, medición que serviría para saber el rendimiento logrado por la empresa.

De acuerdo con Cengiz (2010), “Productivity is a measure relating a quantity of quality of output to the inputs required to produce it. Productivity measurement has an important role in production and service systems” (p. 416).

El autor señala así que la productividad es una medida que relaciona la cantidad de calidad del producto con los insumos requeridos para producirlo. La medición de la productividad tiene un papel importante en los sistemas de producción y servicio.

Señalan Novaes, Silveira y Medeiros (2010):

Productivity analysis is an important policy making and managerial control tool for assessing the degree to which inputs are utilized in the process of obtaining desired outputs. Currently, there are two fundamental approaches or paradigms used for the estimation of frontiers of maximum productivity (p. 466).

Los autores destacan que el análisis de productividad es una herramienta importante de formulación de políticas y control administrativo para evaluar el grado en que los insumos se utilizan en la obtención de los logros esperados. Actualmente, existen dos enfoques o paradigmas fundamentales utilizados para la estimación de fronteras de máxima productividad.

Anyaeche y Oluleye (2009), por su parte dicen que: “Productivity is the ratio between the outputs and the inputs consumed to produce the products marketed. Many productivity models evaluate input or output performance measures using stand-alone techniques” (p. 46).

Como definen los autores, la productividad confiere una asociación presente entre las salidas y las entradas consumidas para producir los productos comercializados. Muchos modelos de productividad evalúan las medidas de rendimiento de entrada o salida utilizando técnicas independientes.

Según Clavijo (2003), “la productividad es función del ingreso per-cápita ( $Y/N$ ) y de la relación capital trabajo ( $K/L$ ), entre otras” (p. 17).

Por tal alcance, se interpreta la productividad como una acción realizada entre los recursos ingresantes por unidad y la intervención laboral para una producción determinada, lo que se mide en referencia a otros recursos utilizados para la obtención de los productos.

## **B. Dimensiones de Productividad**

Esta variable considera las dimensiones eficiencia y eficacia.

### **Eficiencia**

De acuerdo con Gutiérrez (2014), “es el grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados” (p. 20).

El autor refiere a que la eficiencia involucra la planificación de las operaciones consideradas en el proceso productivo, las que son previamente planificadas y el logro de los alcances obtenidos y deseados como resultados esperados.



Señala Pérez (2012), la eficiencia es “la producción u output por unidad de input; se identifica con productividad de los recursos ya que equivale a la relación entre cantidad producida y recursos consumidos” (p. 157).

Es decir, de acuerdo con el autor, la eficiencia involucra los recursos que se emplean en lograr los bienes producidos.

Según García (2011), el índice de eficiencia refiere al “buen uso de recursos en la producción de un producto en un periodo definido” (p. 17).

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Insumos programados}}{\text{Insumos utilizados}}$$

La eficiencia se logra mediante el buen empleo de los recursos invertidos en el proceso productivo en un tiempo determinado.

### **Eficacia**

Según Gutiérrez (2014), la eficacia es “la relación entre los resultados alcanzados y los recursos utilizado” (p. 20).

El autor dice que la eficacia implica los resultados obtenidos en proceso determinado considerando los bienes empleados para lograrlos. Estos bienes también pueden ser servicios que en conjunto se suman para la obtención de la productividad.

En cuanto a la definición de eficacia, dice Pérez (2012): “Se identifica con la contribución a la satisfacción del cliente [...] y con aquellas actividades que añaden valor” (p. 152).

Por su parte, el autor, relaciona la eficacia desde su aporte con orientación al logro de la satisfacción del cliente en contraste con las operaciones que conceden valor al bien producido.

De acuerdo con García (2011) la eficacia “Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tiene fijadas” (p. 17).

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Productos logrados}}{\text{Meta}}$$

De acuerdo con el autor, la eficacia es la función o resultado entre los productos logrados y la meta establecida por la empresa.

### **C. Filosofía de la productividad**

La productividad es un constructo estudiado con fines instrumentales a fin de otorgar control en el personal de las empresas desde la perspectiva de la eficiencia durante el siglo XIX. Fue, de este modo, que en Estados Unidos y Europa, al que se juntará después Asia, se se dieron lugar a los centros dedicados al firme objetivo de realizar la medición de la productividad industrial en la década de los 80, realizándose publicaciones periódicas, mayormente boletines mensuales para dar a conocer los avances en cuanto a la medición del índice de productividad total. Tiempo después, llegaría a América Latina, con un proceso lento en su avance académico y de aplicación en las empresas, debido a la dificultad en la obtención de datos que son requisitos para realizar la medición por índice.

### **D. Ventajas de la productividad**

De acuerdo con Pritchard (2007), la productividad ofrece notorias ventajas:

- Favorece las acciones de comunicación entre los miembros que conforman la organización.
- Respalda el examen de los logros y avances hacia la permanente mejora de la productividad.
- Facilita la realización de cambios luego de un periodo determinado.
- Propicia la retroalimentación entre las áreas y el personal.
- Es fuente de motivación hacia su logro.
- Logra facilitar la determinación de prioridades.
- Muestra los problemas tiempo antes de que se transformen en cuestiones serias.
- Respalda el proceder durante la toma de decisiones.
- Dota de análisis estadístico y matemático los datos organizacionales.
- Respalda el planeamiento a largo plazo.

## **E. Importancia de la productividad**

De acuerdo con Ibarra (2009, p. 48) es importante medir la productividad por las siguientes razones:

- La medición de la productividad favorece el diagnóstico previo en el desarrollo de las organizaciones.
- Ella favorecer la accesibilidad a mayores ingresos para el colaborador y mayores utilidades para la organización.
- En referencia a las industrias clave, la productividad muestra un menor costo y una alta participación en el mercado global.

## **F. Productividad total y parcial**

Según Carro y González (2018) la productividad parcial y productividad total son expresiones que refieren a la forma de producción por un sistema (salida).

Productividad parcial: Involucra todo aquello que se produce mediante un sistema que ocasiona la salida, junto a uno de los recursos en uso, sea como insumo o entrada. Un claro caso ilustrativo es la productividad de mano de obra que viene a ser el resultado del cociente entre una medición de salida total respecto a los bienes en conjunto con los servicios que han sido producidos y, adicionalmente la mano de obra utilizada en el proceso productivo.

$$\text{Productividad parcial} = \frac{\text{Salida Total}}{\text{Una Entrada}}$$

Productividad total: Considera todos aquellos recursos, a los que se denomina entradas, usados por el sistema, de tal forma que el cociente se da entre la salida y el conjunto de entradas.

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Salida Total}}{\text{Entrada Total}}$$

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Bienes y Servicios Producidos}}{\text{Mano de Obra} + \text{Capital} + \text{Materias Primas} + \text{Otros}}$$

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general**

¿En qué medida la aplicación estudio de métodos mejora la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018?

### **1.4.2. Problemas específicos**

- ¿En qué medida la aplicación estudio de métodos mejora la eficiencia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018?
- ¿En qué medida la aplicación estudio de métodos mejora la eficacia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018?

## **1.5. Justificación**

Las razones fundamentales para realizar la presente investigación se basa en los siguientes hechos:

### **1.5.1. Justificación teórica**

La justificación teórica considera los diversos enfoques teóricos que tratan el problema. Tales enfoques, permiten el avance del conocimiento conducente a encontrar nuevas explicaciones capaces de modificar o complementar el conocimiento vigente hasta el momento sobre la materia estudiada (Valderrama, 2014).

Esta investigación logra contribuir así al saber científico tratando las teorías que abordan a las variables, recurriendo a una bibliografía actualizada sobre estudio de métodos y productividad, con ello se espera que la empresa en estudio acceda al cumplimiento de los objetivos formulados. Tales saberes alcanzados en la recopilación pueden ser generalizados a empresas similares que quieren mejorar su productividad. También será utilidad académica para los universitarios de la carrera profesional de Ingeniería Industrial en el desarrollo de las investigaciones sobre la materia.

### **1.5.2. Justificación práctica**

De acuerdo con Valderrama (2014), toda justificación práctica busca resultados que al ser empleados beneficien a una organización, contribuyendo a ofrecer soluciones para ella.

Es así que se busca ofrecer condiciones para las operaciones que realiza la Minera Las Bambas que le permita acceder a la mejora de su productividad en el desmontaje de aros mediante la aplicación del estudio de métodos, favoreciendo el planteamiento de beneficios para la organización y la mejora del servicio desde los aspectos de eficiencia y eficacia. Así también se benefician los colaboradores en los resultados esperados por la organización. También es de utilidad para las empresas del sector minero, colocándose a disposición de tales organizaciones los hallazgos del estudio.

### **1.5.3. Justificación metodológica**

La justificación metodológica, según Valderrama (2014), alude al empleo de las metodologías y técnicas de investigación aplicadas directamente a la población estudiada, que puede servirse de instrumentos como modelos matemáticos, formularios, encuestas, entre otros.

En ese sentido, la investigación contribuye a las formas de experimentación con estudio de métodos y productiva en una organización minera en la que se realiza el proceso, puesto que el estudio de métodos hará posible la reducción de tiempos en el desmontaje de aros incrementándose la productividad. Para la medición se utilizarán instrumentos elaborados para el caso específico de la empresa.

### **1.5.4. Justificación social**

Valderrama (2014) asegura que la justificación social expone el beneficio que traerá la investigación al desarrollo de la comunidad en la que se realiza.

En ese sentido, el estudio a realizar beneficia no sólo a la empresa y quienes conforman parte de ella, sino que se contribuye con las familias y a la comunidad en las que se realizan las actividades, pues se gestiona continuamente todas las actividades en coordinación con las comunidades en las que realiza operaciones la minera. El estudio contribuirá a generar mayores beneficios a la población en la que se viene operando.

### **1.5.5. Justificación económica**

De acuerdo con Valderrama (2014) la justificación económica está vinculada a la solución que se quiere proponer con la investigación y como parte de la mejora de los procesos que se estudian.

Desde tal perspectiva, la mejora de la productividad permite el desmontaje de aros en un tiempo reducido implicando con ello un beneficio económico para la empresa minera Las Bambas, mejorándose los tiempos en los procesos definidos de producción, accediéndose a la reducción de costos operativos con la obtención de mayor rentabilidad, mejorando la utilidad de las llantas y los costos en las operaciones mineras.

### **1.5.6. Justificación medio ambiental**

La investigación concede importancia a la protección del medio ambiente en las diversas operaciones presentes en los procesos productivos de la minera en la interrelación existente entre la producción misma, el medio ambiente y la comunidad que le rodea. Por ello, la reducción de tiempos en el desmontaje de aros, así como la mejora de métodos empleados, permite un mejor cuidado del área para bienestar de los operadores y un mejor tratamiento a los camiones de carga en respeto al cuidado del medio ambiente de las comunidades mineras.

## **1.6. Hipótesis**

Carrasco (2016) define hipótesis de la siguiente forma: “Si el problema de investigación es una pregunta, la hipótesis es la posible respuesta a dicha pregunta” (p. 184).

De tal forma que toda hipótesis se torna en respuesta posible y tentativa la pregunta formulada en la investigación.

### **1.6.1. Hipótesis general**

La aplicación estudio de métodos mejora significativamente la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- La aplicación estudio de métodos mejora la eficiencia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

- La aplicación estudio de métodos mejora la eficacia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. General**

Determinar en qué medida la aplicación estudio de métodos mejora la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

### **1.7.2. Específicos**

- Determinar en qué medida la aplicación estudio de métodos mejora la eficiencia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.
- Determinar en qué medida la aplicación estudio de métodos mejora la eficacia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

## **II. MÉTODO**



## **2.1. Diseño de investigación**

### **2.1.1. Método hipotético-deductivo**

Este método viene a ser un conjunto de pasos que recurre al uso de una hipótesis y parte de ideas que van de lo general a lo particular, deduciendo sus consecuencias y efectos.

### **2.1.2. Aplicada**

Según Valderrama (2014), la investigación aplicada tiene por sustento el estudio teórico, cuyo fin consiste en la aplicación de las teorías vigentes en la producción de normativa y procedimientos en tecnología a fin de brindar el control sobre los procesos que otorga la realidad.

De acuerdo con el autor, la investigación es aplicada pues se orienta a la modificación de las condiciones reales ofrecidas en el entorno, de tal forma que se espera cambios en una variable dependiente.

### **2.1.3. Explicativo**

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) los estudios explicativos mantienen una estructura de desarrollo que difiere de otras tipologías de investigación, implicando los propósitos que pretenden alcanzar, entre ellos está explorar, describir y correlacionar.

El autor se refiere a que esta clasificación de investigación indica que para ser desarrollada requiere previamente de que las variables hayan sido exploradas, descritas, asociadas para luego proceder a explicar el comportamiento de una de ellas en una relación de causa y efecto.

### **2.1.4. Enfoque cuantitativo**

Hernández *et al*, (2014) dice sobre el enfoque cuantitativo que se trata de un proceso definido en el que se inicia con una idea, se delimita, se proponen objetivos junto a preguntas para el estudio, se procede a la revisión bibliográfica y se realiza la construcción de una perspectiva de teoría. Se analizan así objetivos y preguntas, con respuestas posibles que se tornan en hipótesis, conllevando un diseño y la selección de una muestra. Finalmente, se recogen datos con instrumentos de medición para el análisis estadístico y reporte de datos.

### **2.1.5. Diseño pre experimental**

De acuerdo con Hernández *et al*, (2014), en el diseño pre experimental se pretende la manipulación deliberada de una variable independiente que permita la observación de su efecto sobre otra variable dependiente.

El diseño pre-experimental, por su parte, brinda la oportunidad de contar con grupos para la administración de la variable independiente, sin recurrir al proceso de pre-selección o la selección aleatoria.

## **2.2. Variables, operacionalización**

### **Estudio de métodos**

De acuerdo con Freivalds y Niebel (2014) “el análisis de una operación permite incrementar la productividad por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo unitario” (p. 518).

### **Productividad**

De acuerdo con Gutiérrez (2014), “La productividad es el mejoramiento continuo de un sistema más que producir rápido, se trata de producir mejor” (p. 21).

### 2.2.1. Operacionalización de variables

Tabla 3. Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
Estudio de métodos	Según Freivalds y Niebel (2014), "Representa la mejor forma de establecer estándares de producción justos" (p. 307).	El estudio de métodos y tiempos tiene por dimensiones estudio de métodos y la medición del trabajo.	Estudio de métodos	Nº de minutos empleados	Razón	Observación	Hoja de registro de estudio de métodos	%	$Tiempo = \frac{Tiempo\ normal}{Tiempo\ estándar}$
			Medición del trabajo	Nº de horas de trabajo	Razón	Observación		%	$TN = TO * C/100$ TO = Tiempo medio observado C= Calificación de desempeño
Productividad	Según Gutiérrez (2014) "La productividad es el mejoramiento continuo de un sistema más que producir rápido, se trata de producir mejor" (p. 21).	Productividad cuenta con las dimensiones eficiencia y eficacia.	Eficiencia	Índice de minutos	Razón	Observación	Hoja de registro de productividad	%	$Re = \frac{Producción\ real}{Producción\ esperada} x 100$
			Eficacia	Índice de logros	Razón	Observación		%	$Re = \frac{Producción\ real}{Recursos\ utilizados} x 100$

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. Población

Según Hernández *et al*, (2014), población o universo refiere a un conjunto que agrupa todos los casos que participan de cualidades similares, con la que a partir de ellas es posible definir la unidad de muestro y análisis, delimitándose la población sobre la que se busca generalizar los hallazgos logrados.

De esta manera, la población se encontró conformada por información recogida de forma cuantitativa en el área de desmontaje de aros, recolectándose con frecuencia diaria, de tal manera que la población fueron los períodos de tiempo de 12 semanas. Es decir, los minutos y horas invertidos en la producción en el desmontaje de aros de camiones, tomándose como caso cada aro.

$$N=12$$

### 2.3.2. Muestra

Según Hernández *et al*, (2014), en esencia una muestra refiere a un subgrupo que se selecciona de la población a modo de un subconjunto de elementos que guardan pertenencia entre sí configurando un grupo.

En ese sentido, la muestra, por la temporalidad en la que se recogieron los datos, se constituyó de la población, es decir, 12 semanas. Es decir, los minutos y horas invertidos en la producción en el desmontaje de aros de camiones, tomándose como caso cada aro.

$$n=12$$

### Muestreo

El muestreo es la técnica que se aplica para determinar una muestra a partir de la población. Para el caso estudiado, se ejecutó un muestreo no probabilístico a criterio del investigador y por tratarse de semanas de producción en la empresa, permitiéndose recoger los datos por un período determinado de tiempo.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Según Hernández *et al*, (2014), la recolección de información considera la elaboración de un plan al detalle de los procedimientos conducentes a la reunión de datos para el cumplimiento de un propósito específico.

Para el estudio que se desarrolla respecto al estudio de métodos y productividad, los datos se recogieron empleándose como instrumento la hoja de registro.

## **2.5. Validación y confiabilidad del instrumento**

### **2.5.1. Validación**

En la prueba de validez se ejecutó el uso de la validez de contenido por medio del juicio de expertos, siendo recogidas estas validaciones en certificados que se adjuntan en el anexo 3 del informe de investigación. Los expertos a los que se acudieron fueron tres (3) ingenieros industriales que se desarrollan profesionalmente como docentes universitarios o llevan desempeñándose en el área de producción en maquinarias y minas.

### **2.5.2. Confiabilidad**

La confiabilidad explica la consistencia presente en los hallazgos expresados en el grado en el que la aplicación de un instrumento a un mismo sujeto u objeto es capaz de generar hallazgos similares (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). En este caso en particular, los datos proceden de las observaciones realizadas en planta respecto al proceso de montaje y desmontaje de aros en la rotación y cambio de neumáticos. Tales observaciones son confiables pues se aplicaron en la empresa bajo control de la supervisión del área.

## **2.6. Métodos de análisis de datos**

Analizar datos consiste en realizar pasos que permitan su procesamiento, en el estudio se hizo uso del método estadístico, tablas y figuras y el sistema SPSS (García, 2015). Con tal fin se procedió tanto a un análisis descriptivo como inferencial, por lo que se recurrió a la aplicación de determinados procesos como:

- Estadística descriptiva: Que se basa en la media, mediana y moda.

- Estadística inferencial: El proceso estadístico utilizado para validar las hipótesis consistió en el T de Student, cuya función consistió en el apoyo durante la toma de decisión sobre las hipótesis en términos de "aceptación" o "rechazo".

### **Prueba de Normalidad**

La prueba de normalidad refiere a un procedimiento que establece si los datos son o no paramétricos. Según Diczovskyi (2007), dentro de las pruebas de mayor uso para comprobación de la normal distribución de datos sobre las variables en forma separada, es la prueba de Kolgomorov-Smirnov (K-S), la que realiza comparación en cuanto a la función de distribución teórica con la empírica. Se recurre a esta prueba por su aplicación a una muestra sea mayor a 30, si es menor a 30 la muestra recurre a la prueba de Shapiro Willk; de tal modo que, como se tiene una muestra de 40 se aplicó esta prueba para cada variable por medio del método Kolgomorov-Smirnov si  $n > 30$ .

Si:

$\text{Sig.} < 0.05$  admite distribución no normal

$\text{Sig.} \geq 0.05$  admite distribución normal

### **Estadístico de Prueba**

Prueba t de Student que se usa si las muestras son paramétricas.

El Test de la t de Student para una muestra consiste en un proceso que permite el acceso a decisiones sobre la media de la población como valor específico. Así, se selecciona una muestra y se evalúa lo razonable de una hipótesis nula en cuanto a la media de un valor. De esta forma, constituye un test paramétrico, siguiendo el constructo analizado una variabilidad, una distribución en la campana de Gauss (Delgado, 2004; Triola, 2009).

### **2.7. Aspectos éticos**

El estudio realizado hizo aplicación de los códigos relacionados a la ética en la práctica de la Ingeniería Industrial, valorándose la confidencialidad brindada por la organización minera como caso estudiado, respetándose del mismo modo lo referente a los procesos productivos considerados a evaluación. De igual forma, el derecho intelectual de los autores se respetó por medio del uso de la metodología APA de redacción.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Planteamiento de la propuesta

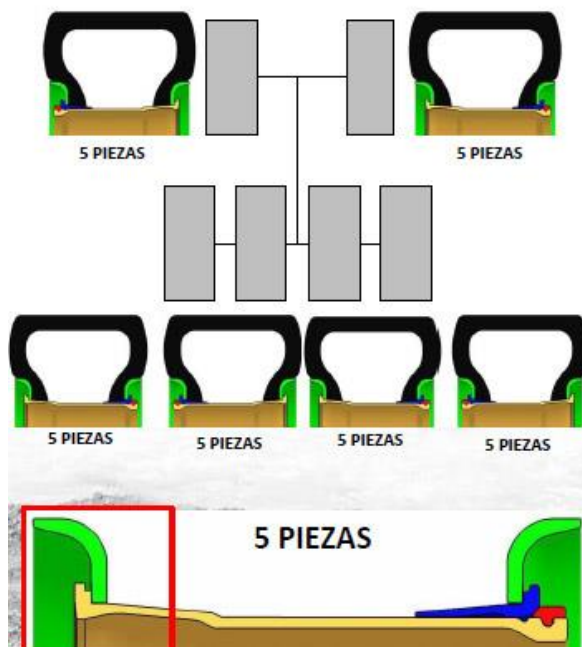
#### Situación actual

La empresa se encuentra con la necesidad de dedicar más horas de trabajo al desmontaje de aros camiones para dar cumplimiento a la producción semanal planificada y exigida por la gerencia de mantenimiento mina. Los aros se encuentran diseñados a fin de favorecer la disminución de tiempos en los trabajos de montaje y desmontaje vertical de los neumáticos porque no se presenta una imperiosa necesidad de que los aros bases sean desmontados a efectos del retiro de los neumáticos, de tal manera que estos aros son factibles de permanencia en una posición determinada en la extensión de vida del producto, evitándose así la reducción de la vida útil de objetos orientados a la fijación de rueda, así como herramientas de utilidad para el taller de enllante.

#### Descripción del aro standard utilizado en la empresa

El aro standard consta de cinco piezas: un (1) aro base, un (1) aro seguro, un (1) aro cuchillo, dos (aros) lateral o flange.

Figura 4. Aro Standard.





## Proceso de desmontaje y montaje de aro

Sobre el proceso, se detallan los sub procesos que lo componen:

1. Desajustar pernos (54 pernos) usando llave de impacto.



2. Remover neumático exterior, aro base, aro lateral x2, aro cuchillo y aro seguro.



3. Remover aro seguro de posición interior usando barretas.



4. Remover neumático, aro lateral y aro cuchillo.



5. Montar neumático, aro lateral y aro cuchillo en posición interior.



6. Montar aro seguro en posición interior.



7. Montar neumático exterior, aro ase, aro lateral x2, aro cuchillo y aro seguro (previamente armado).



8. Ajustar pernos (54 pernos) usando llave de impacto.



9. Retorno equipo para Re Torqueo (54 pernos).



A continuación, en las figuras y se muestran el Diagrama de Operaciones y el Diagrama de Análisis del proceso de rotación y cambio de neumáticos (montaje y desmontaje):

Figura 5. Diagrama de operaciones del proceso de rotación y cambio de neumáticos (pre).

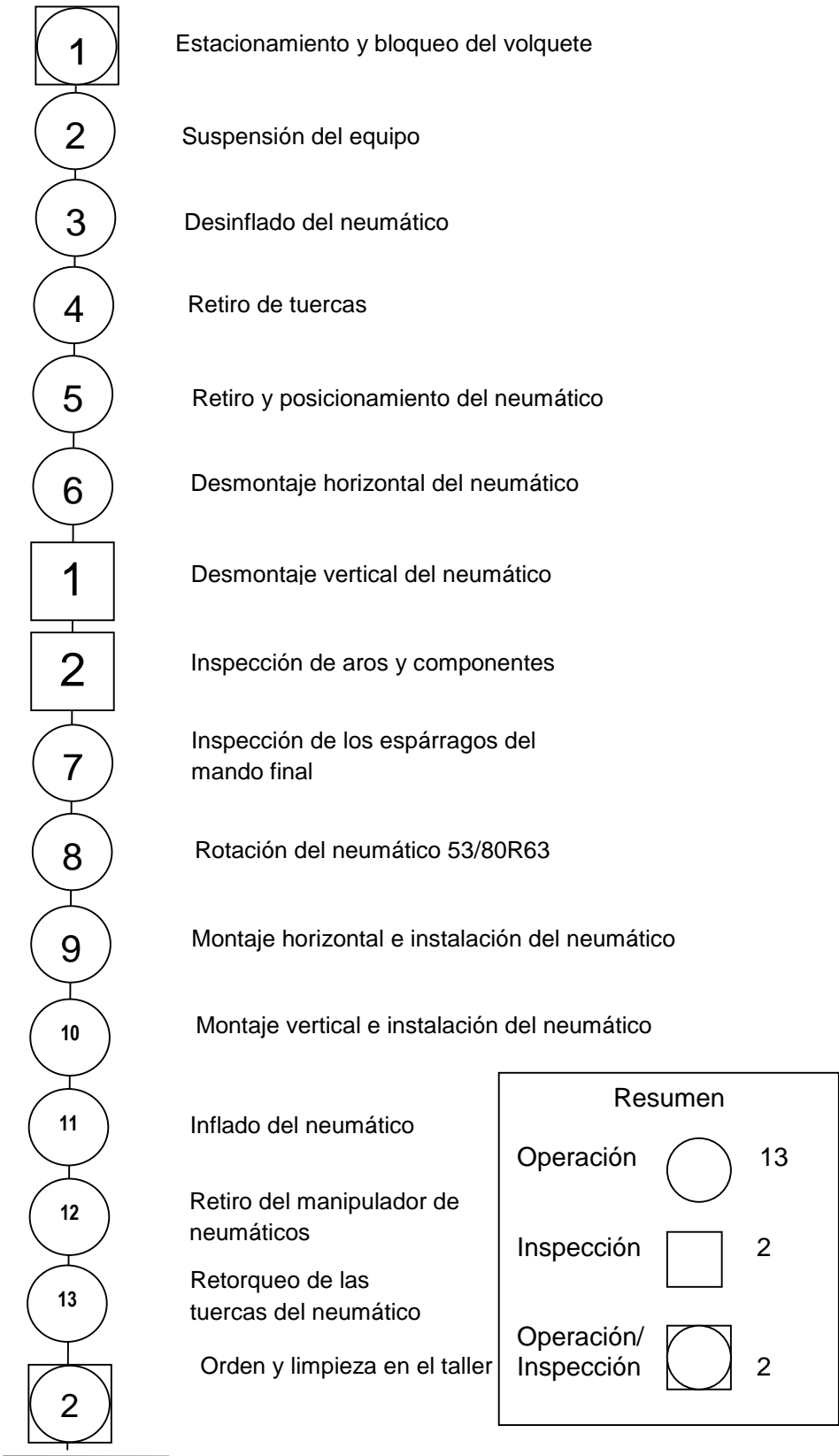









Figura 6. DAP del proceso de rotación y cambio de neumáticos (pre).

PROCESO: ROTACIÓN Y CAMBIO DE NEUMÁTICOS										
EMPRESA:		MINERA LAS BAMBAS								
AREA:		MANTENIMIENTO MINA								
SECCION		MANTENIMIENTO MINA								
RESUMEN										
ACTIVIDAD	MET. ACTUAL	MET.MEJORADO	DIFERENCIA				ANALISTA			
OPERACIÓN	13						FECHA			
TRANSPORTE	8						METODO	ACTUAL	X	
DEMORA	10							MEJORA		
INSPECCION	8						TIPO	OPERARIO	X	
ALMACENAJE	1							MATERIAL		
TOTAL	40							MAQUINA	X	
DISTANCIA TOTAL	1236 mtrs.	TIEMPO	188 min.							
N°	ACTIVIDAD O DESCRIPCION								DISTANCIA	TIEMPO
001	Estacionamiento y bloqueo del voquete			X	X	X	X		3 mtrs.	1 min.
002	Suspensión del equipo			X	X		X	X	200 mtrs.	15 min.
003	Desinflado del neumático			X		X	X		200 mtrs.	10 min.
004	Retiro de tuercas			X	X	X	X		250 mtrs.	10 min.
005	Retiro y posicionamiento del neumático			X	X	X	X		X	10 min.
006	Desmontaje horizontal del neumático			X			X		X	5 min.
007	Desmontaje vertical del neumático			X	X	X	X	X	X	15 min.
008	Inspección de aros y componentes			X			X		X	10 min.
009	Inspección de los espárragos del mando final			X		X		X	X	12 min.
010	Rotación del neumático 53/80R63			X			X		X	10 min.
011	Montaje horizontal e instalación del neumático			X			X		X	5 min.
012	Montaje vertical e instalación del neumático			X					X	5 min.
013	Inflado del neumático			X		X			X	5 min.
014	Retiro del manipulador de neumáticos			X		X			X	10 min.
015	Retorqueo de las tuercas del neumático			X			X		200 mtrs.	5 min.
016	Orden y limpieza en el taller			X					X	3 min.

### 3.1.1. Aplicación del estudio de métodos

#### Paso 1. Estudio de métodos.

Establecida la duración para cada actividad en el desmontaje de aros, se realizaron reuniones para planificar y realizar la toma de decisiones para la implementación de los nuevos aros Smart.

Figura 7. Reunión de coordinación.

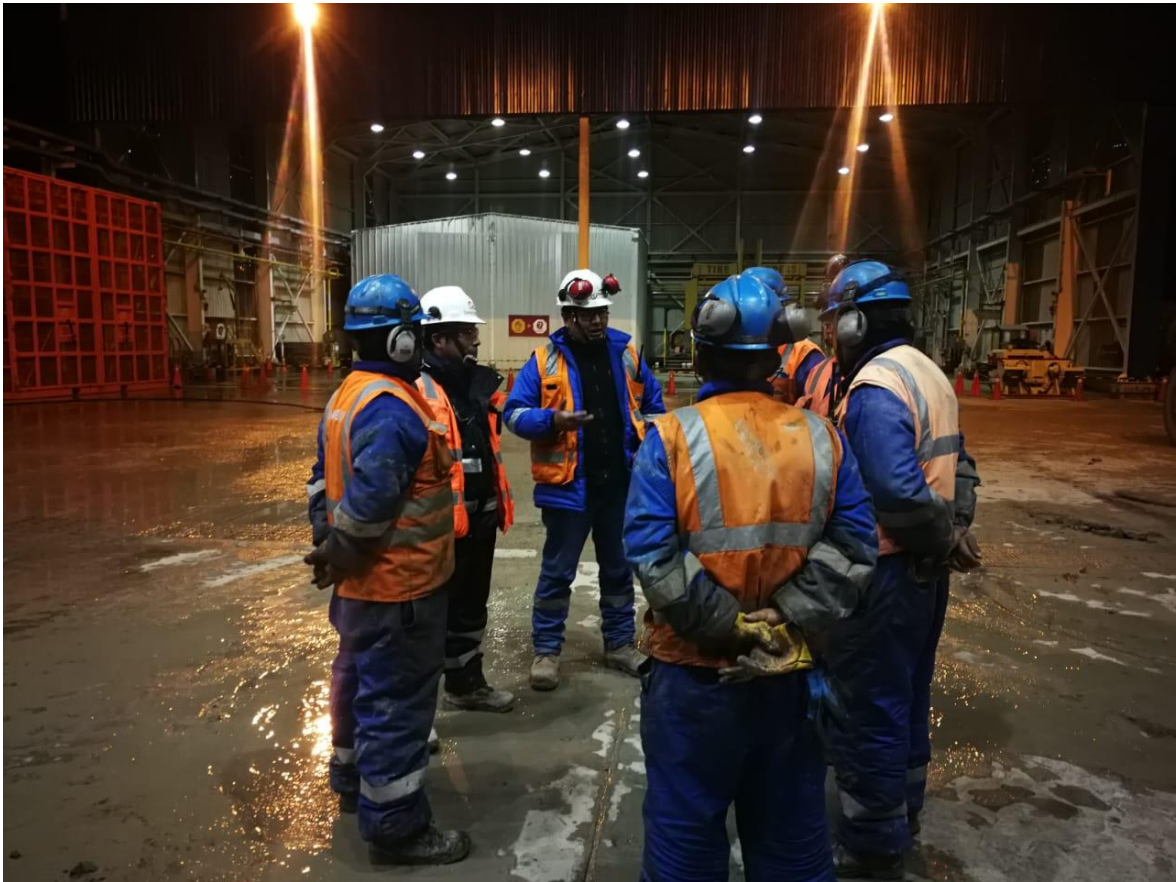


Figura 8. Coordinación para implementación de actividades.



### **Paso 2. Medición del trabajo.**

Realizadas las coordinaciones con la gerencia y el equipo de trabajo, se procedió a recolectar los tiempos correspondientes a cada actividad en el proceso de montaje y desmontaje de aros.

Tabla 4. Tiempo promedio observado de cambio/rotación.

Act.	Descripción Actividad- Operación	STD (min)	STS (min)
1	Suspensión del equipo	15	15
2	Desinflado de neumáticos	45	45
3	Desajuste de pernos de posición exterior	20	0
4	Desmontaje neumático de posición exterior	4	2
5	Desmontaje aro seguro posición interior	5	1
6	Desmontaje neumático de posición interior	4	2
7	Inspección y limpieza visual aro y componentes	10	10
8	Montaje de neumático posición interior	12	2
9	Montaje aro seguro interno	1	1
10	Montaje de neumático posición exterior	27	9
11	Ajuste de pernos posición exterior	20	0
12	Inflado de neumáticos	45	45
13	Desplazamiento camión a Truck Shop	10	0
14	Retorqueo de pernos de posición exterior	30	0
15	Desplazamiento Camión a Mina	10	0
	Total	258	132

Fuente: Base de datos.



Figura 9. Diagrama de operaciones del proceso de rotación y cambio de neumáticos (post).

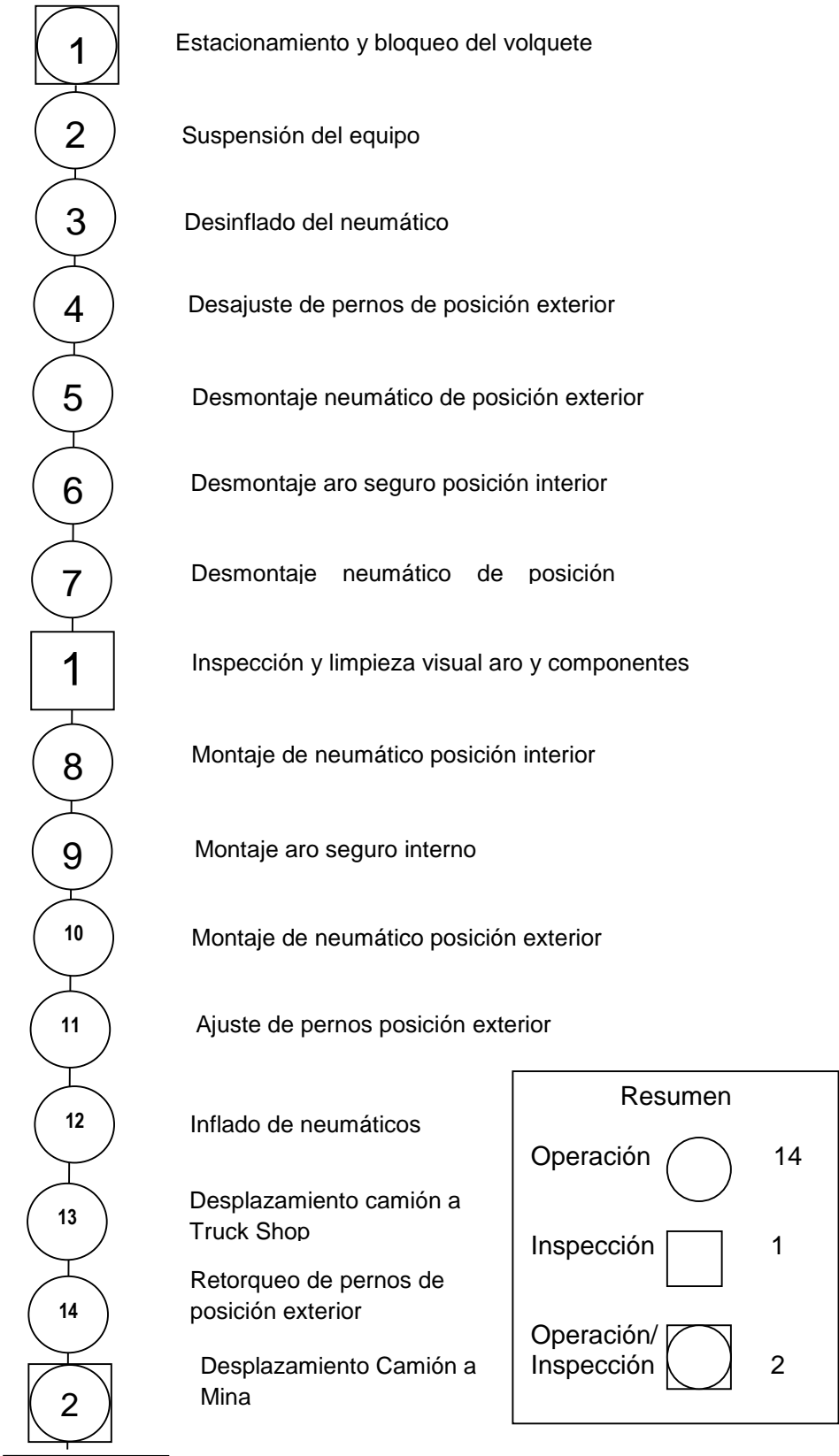


Figura 10. DAP del proceso de rotación y cambio de neumáticos (post).

PROCESO: ROTACIÓN Y CAMBIO DE NEUMÁTICOS									
EMPRESA:		MINERA LAS BAMBAS							
AREA:		MANTENIMIENTO MINA							
SECCION		MANTENIMIENTO MINA							
RESUMEN									
ACTIVIDAD	MET. ACTUAL	MET.MEJORADO	DIFERENCIA				ANALISTA		
OPERACIÓN	16						FECHA		
TRANSPORTE	3						METODO	ACTUAL	X
DEMORA	7							MEJORA	
INSPECCION	11						TIPO	OPERARIO	X
ALMACENAJE	1							MATERIAL	
TOTAL	38							MAQUINA	X
DISTANCIA TOTAL	1236 mtrs.	TIEMPO	188 min.						
N°	ACTIVIDAD O DESCRIPCION							DISTANCIA	TIEMPO
001	Estacionamiento y bloqueo del voquete		X	X	X	X		3 mtrs.	1 min.
002	Suspensión del equipo		X			X		200 mtrs.	15 min.
003	Desinflado del neumático		X		X	X		200 mtrs.	10 min.
004	Desajuste de pernos de posición exterior		X			X		250 mtrs.	0 min.
005	Desmontaje neumático de posición exterior		X		X	X		X	2 min.
006	Desmontaje aro seguro posición interior		X			X		X	1 min.
007	Desmontaje neumatico de posición		X	X	X	X		X	15 min.
008	Inspección y limpieza visual aro y componentes		X			X		X	10 min.
009	Montaje de neumático posición interior		X		X			X	2 min.
010	Montaje aro seguro interno		X			X		X	1 min.
011	Montaje de neumático posición exterior		X			X		X	5 min.
012	Ajuste de pernos posición exterior		X					X	0 min.
013	Inflado de neumáticos		X		X			X	5 min.
014	Desplazamiento camión a Truck Shop		X					X	0 min.
015	Retorqueo de pernos de posición exterior		X			X		200 mtrs.	5 min.
016	Desplazamiento Camión a Mina		X	X	X		X	X	15 min.

Tabla 5. Determinación de tiempo estándar del proceso actual.

Act.	Descripción Actividad- Operación	Suma	LC	Te
1	Suspensión del equipo	179.7	12	15.0
2	Desinflado de neumáticos	537.4	12	44.8
3	Desajuste de pernos de posición exterior	240.5	12	20.0
4	Desmontaje neumático de posición exterior	48.2	12	4.0
5	Desmontaje aro seguro posición interior	60.8	12	5.1
6	Desmontaje neumático de posición interior	48.4	12	4.0
7	Inspección y limpieza visual aro y componentes	120.0	12	10.0
8	Montaje de neumático posición interior	145.5	12	12.1
9	Montaje aro seguro interno	13.2	12	1.1
10	Montaje de neumático posición exterior	325.0	12	27.1
11	Ajuste de pernos posición exterior	239.9	12	20.0
12	Inflado de neumáticos	539.5	12	45.0
13	Desplazamiento camión a Truck Shop	119.7	12	10.0
14	Retorqueo de pernos de posición exterior	359.4	12	30.0
15	Desplazamiento Camión a Mina	119.8	12	10.0
	Total	3097.0	12	<b>258.1</b>

Fuente: Base de datos.

El tiempo estándar se calculó a partir de la toma de 12 registros realizados sobre el proceso de rotación y desmontaje de aros, cuyo detalle se muestra en el Anexo 4, y que da por resultado el tiempo estándar de 258 minutos.

Tabla 6. Determinación de tiempo estándar del proceso con aros smart.

Act.	Descripción Actividad- Operación	Suma	LC	Te
1	Suspensión del equipo	181.9	12	15.2
2	Desinflado de neumáticos	538.1	12	44.8
3	Desajuste de pernos de posición exterior	0.0	12	0.0
4	Desmontaje neumático de posición exterior	23.9	12	2.0
5	Desmontaje aro seguro posición interior	11.9	12	1.0
6	Desmontaje neumático de posición interior	24.1	12	2.0
7	Inspección y limpieza visual aro y componentes	120.0	12	10.0
8	Montaje de neumático posición interior	24.1	12	2.0
9	Montaje aro seguro interno	12.5	12	1.0
10	Montaje de neumático posición exterior	108.0	12	9.0
11	Ajuste de pernos posición exterior	0.0	12	0.0
12	Inflado de neumáticos	539.5	12	45.0
13	Desplazamiento camión a Truck Shop	0.0	12	0.0
14	Retorqueo de pernos de posición exterior	0.0	12	0.0
15	Desplazamiento Camión a Mina	0.0	12	0.0
	Total	1584.0	12	132.0

Fuente: Base de datos.

El tiempo estándar se calculó a partir de la toma de 12 registros realizados sobre el proceso de rotación y desmontaje de aros considerando aros smart, cuyo detalle se muestra en el Anexo 4, y que da por resultado el tiempo estándar de 132 minutos.

## 3.2. Análisis descriptivos

### 3.2.1. Variable dependiente: Productividad

Tabla 7. Matriz de datos observados: Productividad.

Mes	Semana	Número de aros	Horas	Productividad (%)	Mes	Horas	Productividad (%)
				Antes			Después
Abril	Semana 1	5	8	62.50%	Julio	6	83.33%
	Semana 2	5	7.5	66.67%		5.5	90.91%
	Semana 3	5	8	62.50%		5.3	94.34%
	Semana 4	5	7.4	67.57%		6	83.33%
Mayo	Semana 5	5	8	62.50%	Agosto	5.4	92.59%
	Semana 6	5	7.4	67.57%		5.2	96.15%
	Semana 7	5	8.1	61.73%		6	83.33%
	Semana 8	5	7.5	66.67%		5.4	92.59%
Junio	Semana 9	5	8	62.50%	Setiembre	6.1	81.97%
	Semana 10	5	7.5	66.67%		6.1	81.97%
	Semana 11	5	8	62.50%		5.5	90.91%
	Semana 12	5	7.3	68.49%		5.3	94.34%
	Promedio		4.3			2.2	

Fuente: Base de datos.

Tabla 8. Resultados estadísticos: Productividad.

		Estadístico			Estadístico
Productividad pre test	Media	65.17	Productividad post test	Media	88.75
	Mediana	65.00		Mediana	91.00
	Varianza	6.152		Varianza	31.295
	Desv. típ.	2.480		Desv. típ.	5.594
	Mínimo	62		Mínimo	82
	Máximo	68		Máximo	96
	Rango	6		Rango	14
	Asimetría	.029		Asimetría	-.211
	Curtosis	-2.210		Curtosis	-2.036

Fuente: Base de datos.

**Interpretación:** La media de la productividad antes del estudio de métodos es de 65.17%, y la media de la productividad después del estudio de métodos es de 88.75%.

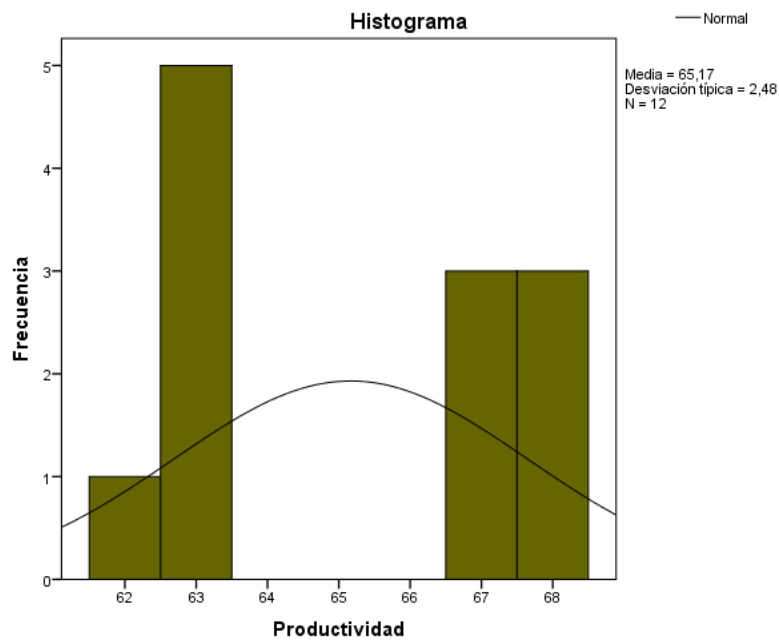
Tabla 9. Descripción de la productividad.

Descriptivos				
			Estadístico	Error típ.
Productividad	Media		65.17	.716
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	63.59	
		Límite superior	66.74	
	Media recortada al 5%		65.19	
	Mediana		65.00	
	Varianza		6.152	
	Desv. típ.		2.480	
	Mínimo		62	
	Máximo		68	
	Rango		6	
	Amplitud intercuartil		5	
	Asimetría		.029	.637
	Curtosis		-2.210	1.232
Productividad	Media		88.75	1.615
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	85.20	
		Límite superior	92.30	
	Media recortada al 5%		88.72	
	Mediana		91.00	
	Varianza		31.295	
	Desv. típ.		5.594	
	Mínimo		82	
	Máximo		96	
	Rango		14	
	Amplitud intercuartil		11	
	Asimetría		-.211	.637
	Curtosis		-2.036	1.232

Fuente: Spss v.21

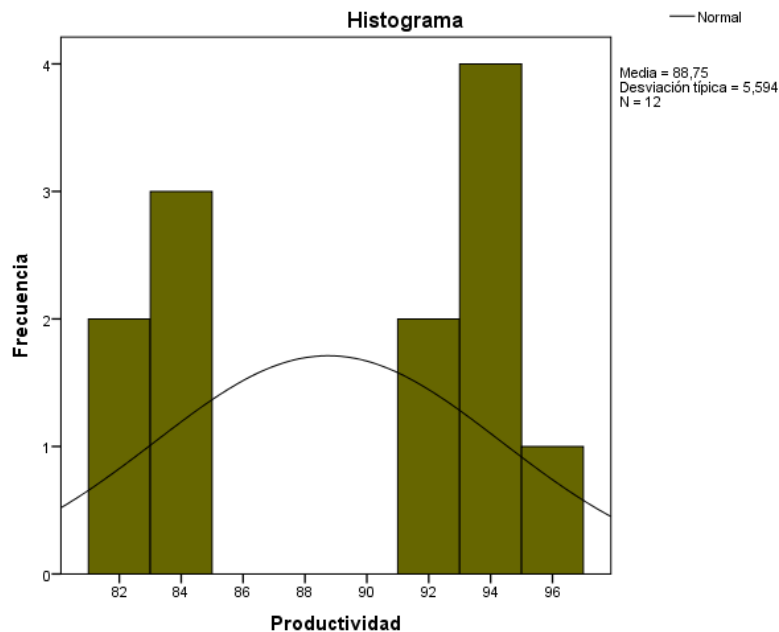
En la tabla 9 se percibe que la productividad antes del estudio de métodos presenta un promedio de 65.17% de lo planificado; asimismo, la desviación típica asciende a 2.48%, un valor mínimo de 62% y un máximo de 68%. Mientras que, luego de la aplicación del estudio de métodos, la productividad representa el 88.75% de lo planificado; además, la desviación típica asciende a 5.59%, un valor mínimo de 82% y un máximo de 96%.

Figura 11. Histograma: Productividad (antes)



De acuerdo con el histograma de productividad, la productividad antes del estudio de métodos osciló entre el 62 y 68%.

Figura 12. Histograma: Productividad (antes)



Según el histograma de productividad, la productividad después del estudio de métodos, osciló entre 82 y 96%.

### 3.2.2. Variable dependiente – dimensión 1: Eficiencia

Tabla 10. Matriz de datos observados: Eficiencia.

	Eficiencia (Minutos)	
	Antes	Después
Registro 1	66.67%	88.89%
Registro 2	68.09%	91.43%
Registro 3	66.67%	96.97%
Registro 4	69.57%	88.89%
Registro 5	66.67%	94.12%
Registro 6	69.57%	100.00%
Registro 7	65.31%	88.89%
Registro 8	68.09%	94.12%
Registro 9	66.67%	86.49%
Registro 10	68.09%	86.49%
Registro 11	66.67%	91.43%
Registro 12	71.11%	96.97%

Fuente: Base de datos.

Tabla 11. Resultados estadísticos: Eficiencia.

		Estadístico			Estadístico
Eficiencia pre test	Media	67.92	Eficiencia post test	Media	91.92
	Mediana	67.50		Mediana	91.00
	Varianza	2.811		Varianza	20.265
	Desv. típ.	1.676		Desv. típ.	4.502
	Mínimo	65		Mínimo	86
	Máximo	71		Máximo	100
	Rango	6		Rango	14
	Asimetría	.434		Asimetría	.381
	Curtosis	.035		Curtosis	-.844

Fuente: Base de datos.

**Interpretación:** La media de la eficiencia antes del estudio de métodos es de 67.92%, y la media de la eficiencia después del estudio de métodos es de 91.92%.



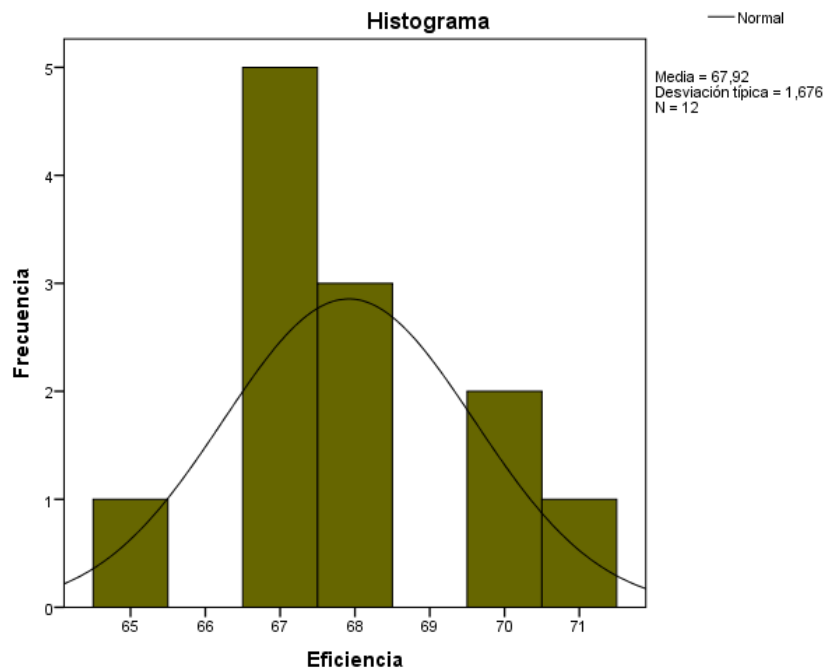
Tabla 12. Descripción de la eficiencia.

Descriptivos				
			Estadístico	Error típ.
Eficiencia	Media		67.92	.484
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	66.85	
		Límite superior	68.98	
	Media recortada al 5%		67.91	
	Mediana		67.50	
	Varianza		2.811	
	Desv. típ.		1.676	
	Mínimo		65	
	Máximo		71	
	Rango		6	
	Amplitud intercuartil		3	
	Asimetría		.434	.637
	Curtosis		.035	1.232
Eficiencia	Media		91.92	1.300
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	89.06	
		Límite superior	94.78	
	Media recortada al 5%		91.80	
	Mediana		91.00	
	Varianza		20.265	
	Desv. típ.		4.502	
	Mínimo		86	
	Máximo		100	
	Rango		14	
	Amplitud intercuartil		7	
	Asimetría		.381	.637
	Curtosis		-.844	1.232

Fuente: Spss v.21

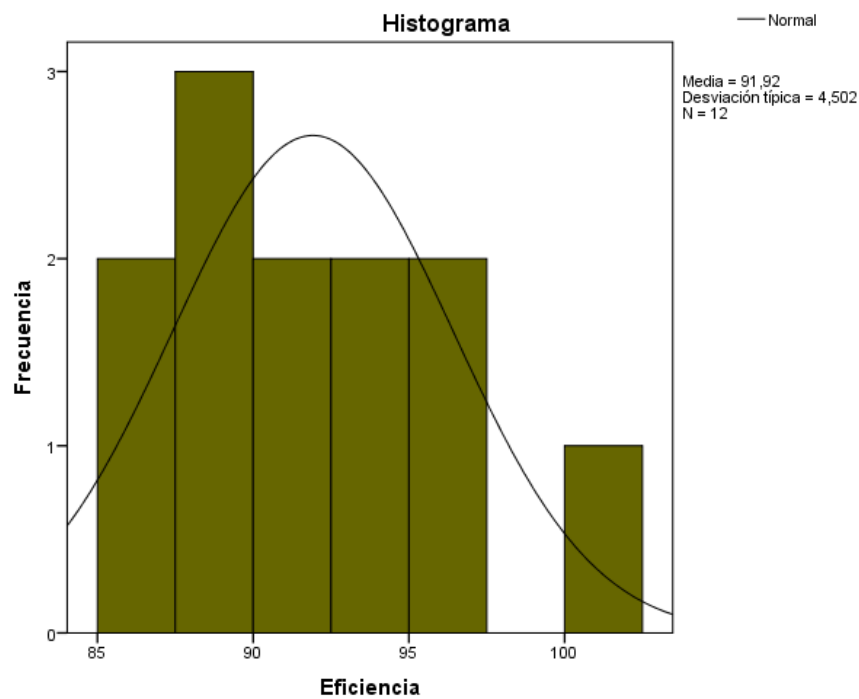
En la tabla 12 se percibe que la eficiencia antes del estudio de métodos presenta un promedio de 67.92% de lo planificado; asimismo, la desviación típica asciende a 1.67%, un valor mínimo de 65% y un máximo de 71%. Mientras que, luego de la aplicación del estudio de métodos, la eficiencia representa el 91.92% de lo planificado; además, la desviación típica asciende a 4.50%, un valor mínimo de 86% y un máximo de 100%.

Figura 13. Histograma: Eficiencia (antes).



De acuerdo con el histograma de eficiencia, la eficiencia antes del estudio de métodos, osciló entre 65 y 71%.

Figura 14. Histograma: Eficiencia (antes).



Según el histograma de eficiencia, la eficiencia después del estudio de métodos, osciló entre 85 y 100%.

### 3.2.3. Variable dependiente – dimensión 2: Eficacia

Tabla 13. Matriz de datos observados: Eficacia.

	Eficacia (%)	
	Antes	Después
Registro 1	23.75%	34.17%
Registro 2	25.94%	28.86%
Registro 3	33.44%	36.67%
Registro 4	30.94%	33.06%
Registro 5	20.94%	28.82%
Registro 6	22.81%	30.94%
Registro 7	30.31%	31.67%
Registro 8	27.50%	28.82%
Registro 9	27.81%	28.38%
Registro 10	30.00%	32.70%
Registro 11	30.94%	34.86%
Registro 12	33.44%	35.76%

Fuente: Base de datos.

Tabla 14. Resultados estadísticos: Eficacia.

		Estadístico			Estadístico
Eficacia pre test	Media	28.17	Eficacia post test	Media	32.17
	Mediana	29.00		Mediana	32.50
	Varianza	15.424		Varianza	9.061
	Desv. típ.	3.927		Desv. típ.	3.010
	Mínimo	21		Mínimo	28
	Máximo	33		Máximo	37
	Rango	12		Rango	9
	Asimetría	-.549		Asimetría	.120
	Curtosis	-.777		Curtosis	-1.263

Fuente: Base de datos.

**Interpretación:** La media de la eficacia antes del estudio de métodos es de 28.17%, y la media de la eficacia después del estudio de métodos es de 32.17%.

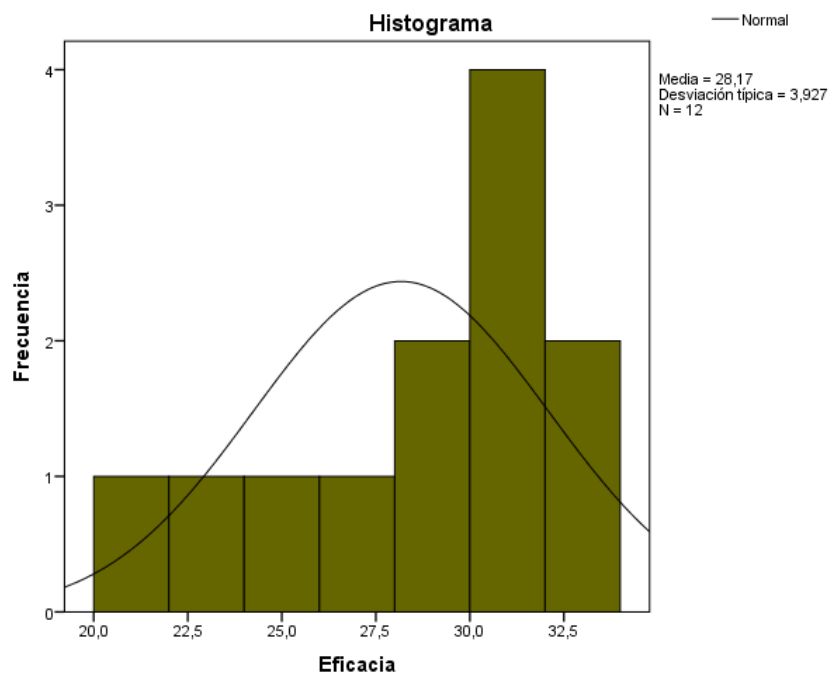
Tabla 15. Descripción de la eficacia.

Descriptivos				
			Estadístico	Error típ.
Eficacia	Media		28.17	1.134
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	25.67	
		Límite superior	30.66	
	Media recortada al 5%		28.30	
	Mediana		29.00	
	Varianza		15.424	
	Desv. típ.		3.927	
	Mínimo		21	
	Máximo		33	
	Rango		12	
	Amplitud intercuartil		7	
	Asimetría		-.549	.637
	Curtosis		-.777	1.232
Eficacia	Media		32.17	.869
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	30.25	
		Límite superior	34.08	
	Media recortada al 5%		32.13	
	Mediana		32.50	
	Varianza		9.061	
	Desv. típ.		3.010	
	Mínimo		28	
	Máximo		37	
	Rango		9	
	Amplitud intercuartil		6	
	Asimetría		.120	.637
	Curtosis		-1.263	1.232

Fuente: Spss v.21

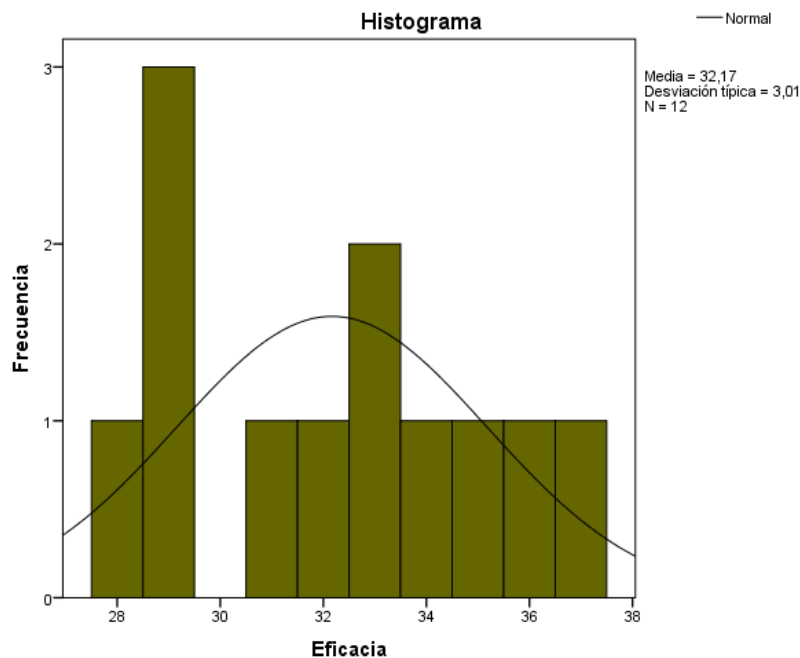
En la tabla 15 se percibe que la eficacia antes del estudio de métodos presenta un promedio de 28.17% de lo planificado; asimismo, la desviación típica asciende a 3.92%, un valor mínimo de 21% y un máximo de 33%. Mientras que, luego de la aplicación del estudio de métodos, la eficacia representa el 3.01% de lo planificado; además, la desviación típica asciende a 3.01%, un valor mínimo de 28% y un máximo de 37%.

Figura 15. Histograma: Eficacia (antes).



De acuerdo con el histograma de eficiencia, la eficiencia antes del estudio de métodos, osciló entre 20 y 32%.

Figura 16. Histograma: Eficacia (después).



Según el histograma de eficiencia, la eficiencia después del estudio de métodos, osciló entre 28 y 38%.

### 3.3. Análisis inferencial

#### 3.3.1. Prueba de hipótesis variable dependiente: Productividad

##### Enunciado de la hipótesis de investigación

Hipótesis Nula ( $H_0$ )

$H_0$ : La aplicación estudio de métodos no mejora significativamente la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ )

$H_1$ : La aplicación estudio de métodos mejora significativamente la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

##### Prueba de hipótesis de la normalidad

En la corroboración de la distribución normal se puso en ejecución la prueba de Shapiro-Wilk en consideración al tamaño muestral menor a 30 hojas de registros. El criterio en la determinación de si la (VA) posee distribución normal es:

Si: Sig. o p-valor  $< \alpha$  (0.05) Aceptar  $H_0$  = admite distribución no normal

Sig. o p-valor  $\geq \alpha$  (0.05) Aceptar  $H_1$  = admite distribución normal

Tabla 16. Prueba de normalidad.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	.776	12	.055
Productividad después	.815	12	.064

Tabla 17. Determinación de normalidad.

p-valor (productividad-antes) = 0.055	>	$\alpha = 0.05$
p-valor (productividad-después) = 0.064	>	$\alpha = 0.05$

Dado que sig. o p-valor es mayor al valor de  $\alpha$  (0.05) se concede aceptación a la hipótesis nula, de tal modo que, se puede aseverar que los datos proceden de una distribución normal.

## Prueba de hipótesis de diferencia de medias

Tabla 18. Prueba T para muestras relacionadas: Productividad.

		Media	N
Par 1	Productividad antes	65.17	12
	Productividad después	88.75	12

Conforme a lo señalado en la tabla 16 se observó que la media de la productividad antes del estudio de métodos es de 65.17%, y la media de la productividad después del estudio de métodos es de 88.75%.

Tabla 19. Correlaciones de muestras relacionadas.

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Productividad antes y Productividad después	12	.252	.429

Tabla 20. Prueba de muestras relacionadas: Productividad.

		Diferencias relacionadas							Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad antes - Productividad después	-23.583	5.518	1.593	-27.089	-20.077	-14.806	11	.000

**Conclusión:** Dado el p-valor hallado menor a 0,05 (0,00), de tal modo que muestran información que difiere y que estadísticamente son significativas entre la productividad antes y después del estudio de métodos. Ello conlleva a aceptar que el estudio de métodos mejora la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

### 3.3.2. Prueba de hipótesis variable dependiente – dimensión 1: Eficiencia

#### Enunciado de la hipótesis de investigación

Hipótesis Nula ( $H_0$ )

$H_0$ : La aplicación estudio de métodos no mejora la eficiencia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ )

$H_1$ : La aplicación estudio de métodos mejora la eficiencia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

#### Prueba de hipótesis de la normalidad

Para corroborar la distribución normal se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de la muestra es menor a 30 hojas de registros. El criterio para determinar si la (VA) se distribuye normalmente es:

Si: Sig. o p-valor  $< \alpha$  (0.05) Aceptar  $H_0$  = admite distribución no normal

Sig. o p-valor  $\geq \alpha$  (0.05) Aceptar  $H_1$  = admite distribución normal

Tabla 21. Prueba de normalidad.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia antes	.897	12	.147
Eficiencia después	.937	12	.465

Tabla 22. Determinación de normalidad: Eficiencia

P valor (Eficiencia-antes) = 0.147	>	$\alpha = 0.05$
P valor (Eficiencia-después) = 0.465	>	$\alpha = 0.05$

Dado que sig. o p-valor es mayor al valor de  $\alpha$  (0.05) se concede aceptación a la hipótesis nula, de tal modo que, se puede aseverar que los datos proceden de una distribución normal.



## Prueba de hipótesis de diferencia de medias

Tabla 23. Prueba T para muestras relacionadas: Eficiencia.

		Media	N
Par 1	Eficiencia antes	67.92	12
	Eficiencia después	91.92	12

Conforme a lo señalado en la tabla 21 se observó que la media de la eficiencia antes del estudio de métodos es de 67.92%, y la media de la eficiencia después del estudio de métodos es de 91.92%.

Tabla 24. Correlaciones de muestras relacionadas.

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Eficiencia antes y Eficiencia después	12	.445	.147

Tabla 25. Prueba de muestras relacionadas.

		Diferencias relacionadas							Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia antes - Eficiencia después	-24.000	4.045	1.168	-26.570	-21.430	t -20.552	gl 11	.000

**Conclusión:** Dado el p-valor hallado menor a 0,05 (0,00), de tal modo que muestran información que difiere y que estadísticamente son significativas entre la eficiencia antes y después del estudio de métodos. Ello conlleva a aceptar que el estudio de métodos mejora la eficiencia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

### 3.3.3. Prueba de hipótesis variable dependiente – dimensión 2: Eficacia

#### Enunciado de la hipótesis de investigación

Hipótesis Nula ( $H_0$ )

$H_0$ : La aplicación estudio de métodos mejora la eficacia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ )

$H_1$ : La aplicación estudio de métodos mejora la eficacia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

#### Prueba de hipótesis de la normalidad

Para corroborar la distribución normal se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de la muestra es menor a 30 hojas de registros. El criterio para determinar si la (VA) se distribuye normalmente es:

Si: Sig. o p-valor  $< \alpha$  (0.05) Aceptar  $H_0$  = admite distribución no normal  
Sig. o p-valor  $\geq \alpha$  (0.05) Aceptar  $H_1$  = admite distribución normal

Tabla 26. Prueba de normalidad: Eficacia.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia antes	.932	12	.405
Eficacia después	.939	12	.479

Tabla 27. Determinación de normalidad: Eficacia.

P valor (Eficacia-antes) = 0.405	>	$\alpha = 0.05$
P valor (Eficacia -después) = 0.479	>	$\alpha = 0.05$

Dado que sig. o p-valor es mayor al valor de  $\alpha$  (0.05) se concede aceptación a la hipótesis nula, de tal modo que, se puede aseverar que los datos proceden de una distribución normal.

## Prueba de hipótesis de diferencia de medias

Tabla 28. Prueba T para muestras relacionadas: Eficacia.

		Media	N
Par 1	Eficacia antes	28.17	12
	Eficacia después	32.17	12

Conforme a lo señalado en la tabla 26 se observó que la media de la eficacia antes del estudio de métodos es de 28.17%, y la media de la eficacia después del estudio de métodos es de 32.17%.

Tabla 29. Correlaciones de muestras relacionadas.

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Eficacia antes y Eficacia después	12	.636	.026

Tabla 30. Prueba de muestras relacionadas.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia antes - Eficacia después	-4.000	3.075	.888	-5.954	-2.046	-4.506	11	.001

**Conclusión:** Dado el p-valor hallado menor a 0,05 (0,00), de tal modo que muestran información que difiere y que estadísticamente son significativas entre la eficacia antes y después del estudio de métodos. Ello conlleva a aceptar que el estudio de métodos mejora la eficacia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.

#### **IV.DISCUSIÓN**

Según Amores y Vilca (2013) se mejoró el tiempo reduciéndose a un tiempo de 7,01 horas para la misma cantidad de producción, lográndose una reducción de 1,45 horas en la producción, con un porcentaje del 17,14%. Así, se mejoró la productividad de la planta faenadora. Así se demostró la productividad en esta empresa, que contrasta con la productividad encontrada en la empresa minera estudiada que osciló entre el 65.17% antes del estudio de métodos y 88.75% después de aplicado el estudio de métodos.

De acuerdo con Silva (2015), realizado el diagnóstico se determinaron los procesos más idóneos a mejorar, como la identificación de daños relacionados a los atributos que presenta condición de las vías de acuerdo a las llantas que más servicio requieren en la operación minera. La causa se halla en baches y ondulaciones en las vías de acarreo que no cuentan con control. El Anova efectuado llevó a la conclusión de que el rendimiento de camiones 240T y 320T se muestra igual con una significatividad menor que los camiones 190T, demostrado estadísticamente mediante T de Student. Este estudio tiene relación con la productividad para efectos de ser contrastados con los resultados de la investigación.

Según Vidal (2014) señaló que el impacto que tiene el “Lean Manufacturing” en los procesos operacionales, operaciones productivas “Lean” implica tener un menor costo operacional, logrando una mayor rotación del inventario en proceso aumentado la liquidez de la organización. Este estudio guarda asociación con la variable productividad que para su estudio y discusión serán comparados con los resultados de la investigación.

Alzate y Sanchez (2013) identificó y generó los atributos necesarios para la formulación de la propuesta de mejora a ser ejecuta en las distintas tareas de las áreas. Se determinó un tiempo estándar de fabricación con diversas propuestas, definiéndose luego un método para la producción, evidenciándose la reducción del costo laboral y el aumento de la productividad.

Escamilla, Meza y Llamas (2011) señalan que la productividad en cuanto a cada operador se presenta de forma muy variables, pues se cuenta con un alto número de operadores para el manejo del equipo de carga. En tanto, la productividad en el turno nocturno muestra diferencias significativas con la productividad diurna y mista, todo ello muy a pesar de contar

con mayor uso neto del equipo. Esta situación puede deberse a la falta de visibilidad que se presenta durante la noche.

Chavarria (2017) destacó que al ser aplicada la ingeniería de métodos generó los incrementos de forma significativa en su productividad con un 11%. Asimismo, por medio del estudio de métodos, se accedió a la reducción de fallas en las operaciones de cromado de 10% (70 fallas mensual) a 4% (38 fallas mensual), con una mejora del 6%. Así también, se accedió a la reducción de tiempo en el ciclo producto de cromado pasando de 16 horas a 11 horas en la producción de pieza cromada.

Según Tovar (2016) determinó que el estudio de métodos y tiempos es capaz de mejorar de forma significativa la productividad en la línea de sofás. En referencia a la media de la productividad antes de la aplicación la productividad fue de 67.95%, y la media de la productividad después de la aplicación la productividad fue de 95.48%.

Rojas (2016) concluyó con resultados luego de implementada la mejora. De esta forma, la producción mostró un incremento que fue de un 18 % a un 24 %. Este estudio se asocia con las variables estudio de métodos y productividad para efectos de ser contrastados con los resultados de la investigación. La diferencia hallada fue de 6%.

Según Etchebarne (2016) apreció que la gestión de procesos logra incrementar la productividad del área de ensamble. De acuerdo con la media de la productividad se obtuvo 43.70% antes de la gestión por procesos y según la media de la misma se obtuvo 75.29% después de la gestión por procesos, presentando diferencias de significancia en la productividad antes y después de la gestión por procesos.

Moreno y Oshiro (2015) destacó que el reducir el tiempo de elaboración de las propuestas de mantenimiento a 7 días; reducir la variabilidad en las tarifas de mantenimiento menor al 2%. Este estudio tiene relación con la productividad para efectos de ser contrastados con los resultados de la investigación.

Rodriguez del Águila (2012) mostró la comprobación de la factibilidad para la mejora desde un enfoque económico presentando un VAN de \$ 15'402,040.02 mayor al valor 0, por lo

tanto la propuesta puede rendir una tasa mayor a la que se exige, de tal forma que se puede aceptar la mejora, valorando el ahorro comparado en aplicaciones de indicadores respecto a la situación actual y a la condición óptima que medirá la organización.

## **V. CONCLUSIÓN**



Se logró cumplir con el objetivo general, demostrando que la aplicación estudio de métodos mejora significativamente la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018. De este modo, la media de la productividad mostrada antes fue de 65,17%, y la media de la productividad mostrada después fue de 88,75%. Ambos difieren en 23,88%

Se logró cumplir con el primer objetivo específico, demostrando que la aplicación estudio de métodos mejora la eficiencia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018. De este modo, la media de la eficiencia mostrada antes fue de 67,92%, y la media de la eficiencia mostrada después fue de 91,92%. Ambos difieren en 24%

Se logró cumplir con el segundo objetivo específico, demostrando que la aplicación estudio de métodos mejora la eficacia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018. De este modo, la media de la eficacia mostrada antes fue de 28,17%, y la media de la eficacia mostrada después fue de 32,17%. Ambos difieren en 4%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la empresa Minera Las Bambas, dada la implementación, proseguir con el uso de los aros Smart, así como con el registro de los tiempos a fin de continuar mejorando la productividad. Asimismo, conforme se van realizando los cambios, debe aplicarse un diagnóstico para reestructurar los pasos dentro del proceso.

Se realiza la sugerencia a la empresa Minera Las Bambas, capacitar a los colaboradores específicamente en el estudio de métodos para propiciar un mejor control de las operaciones y así mejorar la eficiencia en los procesos.

Se recomienda a la empresa Minera Las Bambas, considerar la evaluación de las operaciones, pues éstas fluctúan durante el año, y existen ocasiones en las que el personal no logra cubrir los pasos requeridos para el cumplimiento eficaz de los procesos

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Amores. I. y Vilca. L. (2011). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la empresa h & n ecuador ubicada en la panamericana norte sector Lasso para el periodo 2011-2013*. Tesis de Ingeniería Industrial). Lacatuna: Universidad Técnica de Cotopaxi. Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicada.
- Alzate. N. y Sánchez. J. E. (2013). *Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo "clásico de dama " en la empresa de calzado caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación*. (Tesis de Ingeniería Industrial). Pereira: Universidad de Colombia.
- Anyaeche. C. O. y Oluleye. A. E. (2009). A productivity evaluation model based on input and output orientations. *South African Journal of Industrial Engineering*. 20 (1). Pretoria.
- Baca. G.: Cruz. M., Cristóbal. M., Baca. G., Gutiérrez. J. C., Pacheco. A. A., Rivera. A. E., Rivera. I. A. y Obregón. M. G. (2014). *Introducción a Ingeniería*. México: Grupo Editorial Patria.
- Bailey. D.E. y Barley. S.R. (2005). Return to work: Toward post-industrial engineering. *IIE Transactions*, 37(8). 737-752.
- Banco Mundial (2018). *Perú Panorama general*. Disponible en <http://www.bancomundial.org/es/country/peru/overview>
- Brannick. M. T., Levine, E. L. y Morgeson. F. P. (2007). *Job and Work Analysis: Methods, Research, and Applications for Human*. United States of America: Sage Publications.
- Carrasco. S. (2016). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima: Editorial San Marcos.
- Carro. R. y González. D. (2018). *Productividad y competitividad*. Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Castaño. R. y Hayek. C. (2018). *Estudio del Trabajo*. Recuperado de [http://www.cecma.com.ar/\\_mm/biblioteca/estudio-del-trabajo-revl-solo-lectura-modo-de-compatibilidad.pdf](http://www.cecma.com.ar/_mm/biblioteca/estudio-del-trabajo-revl-solo-lectura-modo-de-compatibilidad.pdf)
- Cengiz. M. Y. (2010). *Production Engineering and Management under Fuzziness and Soft Computing*. Springer.
- Céspedes, N.: Lavado. P. y Ramírez. N. (2016). *Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias*. Lima: Universidad del Pacífico.
- Clavijo. S. (2003). *Crecimiento, Productividad y la Nueva Economía: Implicaciones para*

- Colombia. Bogotá: Banco de la República. Disponible en: <http://www.banrep.gov.co/es/borrador-228>
- Cruelles. J. (2013). *Productividad e incentivos: cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. México: Alfa omega grupo editor. S.A de C.V.
- Darwish. H. y Van Dyk. L. (2016). The industrial engineering identity: From historie skills to modem values, duties and roles. *South African Journal of Industrial Engineering*, November 27(3) Special Edition. 50-63.
- De Saeger, A. (2018). *El diagrama de Ishikawa*. Madrid: Economía y Empresa. 50 minutos.es.
- El Comercio (2018, 01 de mayo). *Inversiones mineras aumentan 30% en el primer trimestre*. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economía/inversiones-míneras-aumentan-30-primer-trimestre-noticia-516768>
- Delgado. R. (2004). *Iniciación a la probabilidad y la estadística*. Bellaterra: Univesitat Autónoma de Barcelona.
- Escamilla. M., Meza. J. y Llamas. R. (2011). Estudio de Productividad del Equipo de Carga en una Mina de Mineral de Fierro a Cielo Abierto. *Conciencia Tecnológica*. 42. Julio-Diciembre. México. 26-30.
- Etchebarne. R. F. (2016). *Gestión por procesos para incrementar la productividad del área de ensamble de camiones 930E- 4 Komatsu — Antamina 2016. (Tesis de Ingeniería Industrial)*. Lima - Perú: Universidad César Vallejo.
- Freivalds. A. y Niebel. B. (2014). *Ingeniería industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 2º ed. México D.F.: Editorial McGraw-Hill/Interamericana Editores. S.A. DE C.V.
- García. A. (2015). *La interpretación de los datos. Una introducción a la Estadística Aplicada*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- García. R. (2011). *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw Hill.
- Gestión.pe. (2018). *Estas son las 25 principales mineras en el mundo, según PwC*. Disponible en: <https://gestion.pe/economía/empresas/son-25-principales-mineras-mundo-pwc-138104?foto=2>
- Gonzales. Y. M. (2017). *Aplicación de la mejora continua para incrementar la productividad en el servicio de mantenimiento de equipos de la empresa Corporación de Ingeniería Arnao S.A, Cercado de Lima 2017. (Tesis de Ingeniería Industrial)*. Lima - Perú:

- Universidad César Vallejo.
- Gutiérrez. H. (2014). *Calidad y Productibilidad. México: Programas educativos S.A de CV.*
- Ibarra. A. P. (2009). Aumento en la productividad de la máquina crimpadora automática Komax Gamma 333PC en el área de corte. Disponible en: [http://biblioteca.itson.mx/dac\\_new/tesis/436\\_ibarra\\_alan.pdf](http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/436_ibarra_alan.pdf)
- Jiménez. J. (2018). *Productividad*. Disponible en <http://www.ilustrados.com/tema/380/Productividad.html>
- Kanawaty. G. (2012). *Introducción al estudio del trabajo*. Suiza: Oficina Internacional del Trabajo.
- Lima. R. M., Mesquita. D. y Rabelo. M. (2017). Defining the Industrial and Engineering Management Professional Profile: a longitudinal study based on job advertisements. *Production*, 27(spe). 1-15.
- Meyers. F. E. (2000). *Estudio de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil. México: Prentice Hall.*
- Moreno. M. C. y Oshiro. O. A. (2015). *Propuesta de mejora de procesos en el departamento de contratos en una empresa prestadora de servicios en maquinaria pesada del sector minero. (Tesis de Ingeniería Industrial). Lima. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.*
- Novaes, A.; Silveira. S. y Medeiros. H. (2010). *Efficiency and productivity analysis of the interstate bus transportation industry in Brazil*. *Pesquisa Operacional*. 30 (2). 465-485.
- Pérez. J. A. (2012). *Gestión por procesos*. Madrid: ESIC Editorial.
- Pritchard. R. D. (2007). *Measuring and Improving Organizational Productivity*. En MERTENS, Leonard. *La medición de la productividad como referente de la formación-capacitación articulada con el aprendizaje organizacional: Una propuesta metodológica*. Disponible en: [https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/edit/docref/medicion\\_capacitacion.pdf](https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/edit/docref/medicion_capacitacion.pdf)
- Rivera. L. (2015). *Las Bambas*. Disponible en: <https://www.convencionminera.com/perumin32/doc/conferencias/topmining/lrivera.pdf>
- Rodríguez del Águila. M. A. (2012). *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca. (Tesis de Ingeniería Industrial). Cajamarca. Perú: Universidad Privada del Norte.*
- Romero. E. J. (2016). *Optimización de los procesos productivos en empresa minera*

- Firsmetal S.A. (Tesis de Ingeniería Industrial). Guayaquil. Ecuador: Universidad de Guayaquil.*
- Rojas. A. R. (2016). Ingeniería de métodos para la mejora de la productividad en los equipos de movimiento de minerales en la Empresa Impala Terminals Perú S.A.C. (Tesis de Ingeniería Industrial). Lima. Perú: Universidad César Vallejo.*
- Salvendy. G. (2013). Handbook of Industrial Engineering: Technology' and Operations Management. Institute of Industrial Engineers.*
- Santos. J., Wynn. R. y Torres. J. (2018). Mejorando la productividad con lean thinking. España: Ediciones pirámide (Grupo Anaya. S.A).*
- Silva. D. A. (2015). Maximización del rendimiento de las llantas de los camiones 240T y 320T mediante el análisis y mejoramiento de las condiciones de las vías en carbones del Orejón Limited. (Tesis de Ingeniería Industrial). Bucaramanga. Colombia: Universidad Industrial de Santander.*
- Tovar. C. J. (2016). Estudio de métodos y tiempos para mejorarla productividad en la línea de sofás de una empresa de muebles. Independencia, 2015. Tesis (Ingeniero Industrial Industrial). Lima: Universidad César Vallejo.*
- Triola, M. F. (2009). Estadística. México: Pearson Educación.*
- Valderrama. S. (2014). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. Lima. Editorial San Marcos.*
- Vidal. M. S. (2014). Optimización del flujo de la planta, según los criterios de lead time, inventario en proceso y capacidad de planta, en planta productiva de barras de perforación minera. (Tesis de Ingeniería Industrial). Santiago de Chile. Chile: Universidad de Santiago de Chile.*



## **VIII. ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia.

### TITULO: APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL DESMONTAJE DE AROS CAMIONES EN MINERA LAS BAMBAS, 2018

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	MÉTODO
<p><b>PROBLEMA PRINCIPAL:</b> ¿En qué medida la aplicación estudio de métodos mejora la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b> ¿En qué medida la aplicación estudio de métodos mejora la eficiencia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018?</p> <p>¿En qué medida la aplicación estudio de métodos mejora la eficacia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar en qué medida la aplicación estudio de métodos mejora la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b> Determinar en qué medida la aplicación estudio de métodos mejora la eficiencia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.</p> <p>Determinar en qué medida la aplicación estudio de métodos mejora la eficacia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL:</b> La aplicación estudio de métodos mejora significativamente la productividad en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.</p> <p><b>HIPOTESIS ESPECIFICAS:</b> La aplicación estudio de métodos mejora la eficiencia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.</p> <p>La aplicación estudio de métodos mejora la eficacia en el desmontaje de aros camiones en Minera Las Bambas, 2018.</p>	<p><b>Enfoque</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo</b> Aplicada</p> <p><b>Diseño</b> Experimental de tipo pre experimental.</p>

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2. Instrumento de recolección de datos.

### Instrumento variable independiente

#### HOJA DE REGISTRO DE ESTUDIO DEL TRABAJO

Dimensión	Indicador	Fórmula	Semanas												Total	Calificación
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Estudio de métodos	N° de minutos empleados	$\frac{\text{Tiempo}}{\text{Tiempo normal}} = \frac{\text{Tiempo normal}}{\text{Tiempo estándar}}$														
Medición del trabajo	N° de horas de trabajo	$TN = TO * C / 100$ <p>TO = Tiempo medio observado C= Calificación de desempeño</p>														

Instrumento variable dependiente

HOJA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD

Dimensión	Indicador	Fórmula	Semanas												Total	Calificación
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Eficiencia	Índice de minutos	$Re = \frac{Producción\ real}{Producción\ esperada} \times 100$														
Eficacia	Índice de logros	$Re = \frac{Producción\ real}{Recursos\ utilizados} \times 100$														

### Anexo 3. Base de datos.

Mes	Semana	Producción esperada	Producción real	Horas	Horas	Número de aros cambiados	Número de aros	Número de camiones	Número de operarios
		Meta minutos (Producción real)	Minutos utilizado						
Abril	Semana 1	320	480	5.33333333	8	tren posterior (3,4,5,6) posiciones	5	76	4
	Semana 2	320	470	5.33333333	7.5	tren posterior (3,4,5,6) posiciones	5	83	4
	Semana 3	320	480	5.33333333	8	tren posterior (3,4,5,6) posiciones	5	107	4
	Semana 4	320	460	5.33333333	7.4	tren posterior (3,4,5,6) posiciones	5	99	4
Mayo	Semana 5	320	480	5.33333333	8	tren posterior (3,4,5,6) posiciones	5	67	4
	Semana 6	320	460	5.33333333	7.4	tren posterior (3,4,5,6) posiciones	5	73	4
	Semana 7	320	490	5.33333333	8.1	tren posterior (3,4,5,6) posiciones	5	97	4
	Semana 8	320	470	5.33333333	7.5	tren posterior (3,4,5,6) posiciones	5	88	4
Junio	Semana 9	320	480	5.33333333	8	tren posterior (3,4,5,6) posiciones	5	89	4
	Semana 10	320	470	5.33333333	7.5	tren posterior (3,4,5,6) posiciones	5	96	4
	Semana 11	320	480	5.33333333	8	tren posterior (3,4,5,6) posiciones	5	99	4
	Semana 12	320	450	5.33333333	7.3	tren posterior (3,4,5,6) posiciones	5	107	4
	Promedio	320	258		4.3				

Mes	Semana	Número de aros	Horas	Productividad (%)	Mes	Horas	Productividad (%)
				Antes			Después
Abril	Semana 1	5	8	62.50%	Julio	6	83.33%
	Semana 2	5	7.5	66.67%		5.5	90.91%
	Semana 3	5	8	62.50%		5.3	94.34%
	Semana 4	5	7.4	67.57%		6	83.33%
Mayo	Semana 5	5	8	62.50%	Agosto	5.4	92.59%
	Semana 6	5	7.4	67.57%		5.2	96.15%
	Semana 7	5	8.1	61.73%		6	83.33%
	Semana 8	5	7.5	66.67%		5.4	92.59%
Junio	Semana 9	5	8	62.50%	Setiembre	6.1	81.97%
	Semana 10	5	7.5	66.67%		6.1	81.97%
	Semana 11	5	8	62.50%		5.5	90.91%
	Semana 12	5	7.3	68.49%		5.3	94.34%
	Promedio		4.3			2.2	

#### Anexo 4. Detalle de tiempo observado y cálculo de tiempo estándar.

##### Determinación tiempo estándar (Actual)

Act.	Descripción Actividad- Operación	Lecturas												Suma	LC	Te
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Suspensión del equipo	15.0	15.4	14.7	14.3	15.3	15.8	14.7	14.5	15.4	14.7	14.5	15.4	179.7	12	15.0
2	Desinflado de neumáticos	44.5	45.1	45.7	44.3	44.8	44.8	45.1	45.0	44.0	45.1	45.0	44.0	537.4	12	44.8
3	Desajuste de pernos de posición exterior	19.9	19.6	20.2	20.4	20.0	19.1	19.9	20.0	20.5	19.8	20.3	20.8	240.5	12	20.0
4	Desmontaje neumático de posición exterior	4.3	4.1	3.8	3.7	3.9	4.0	4.2	4.5	4.0	3.8	3.9	4.0	48.2	12	4.0
5	Desmontaje aro seguro posición interior	5.1	4.8	5.9	5.3	5.0	4.7	5.0	4.8	5.0	5.1	5.3	4.8	60.8	12	5.1
6	Desmontaje neumático de posición interior	4.5	4.0	3.9	4.3	4.1	3.8	3.7	3.9	4.0	4.2	4.1	3.9	48.4	12	4.0
7	Inspección y limpieza visual aro y componentes	10.0	10.4	9.8	9.2	10.2	10.7	9.8	9.6	9.3	9.9	10.5	10.6	120.0	12	10.0
8	Montaje de neumático posición interior	12.5	12.1	12.8	12.3	12.9	12.8	12.1	11.6	11.9	11.5	12.0	11.0	145.5	12	12.1
9	Montaje aro seguro interno	1.9	1.6	1.2	0.9	1.0	0.8	0.9	1.0	0.7	0.8	1.3	1.1	13.2	12	1.1
10	Montaje de neumático posición exterior	27.3	26.8	26.9	27.7	26.9	27.0	27.2	27.5	27.0	26.9	26.8	27.0	325.0	12	27.1
11	Ajuste de pernos posición exterior	20.1	19.8	19.9	20.2	20.1	19.7	20.0	19.9	20.0	20.2	20.2	19.8	239.9	12	20.0
12	Inflado de neumáticos	45.0	45.1	44.8	44.7	45.1	44.8	44.6	45.0	45.0	45.3	45.2	44.9	539.5	12	45.0
13	Desplazamiento camión a Truck Shop	10.2	9.8	9.6	10.2	10.1	9.9	10.0	9.8	10.3	9.9	9.8	10.1	119.7	12	10.0
14	Retorqueo de pernos de posición exterior	29.7	30.2	29.8	30.1	29.8	29.9	30.0	30.1	29.8	29.9	30.0	30.1	359.4	12	30.0
15	Desplazamiento Camión a Mina	9.6	9.8	10.2	10.6	10.4	9.7	10.2	9.8	9.6	10.2	9.8	9.9	119.8	12	10.0
	Total													3097.0	12	<b>258.1</b>

**Determinación tiempo estándar (Después)**

Act.	Descripción Actividad- Operación	Lecturas												Suma	LC	Te
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Suspensión del equipo	15.3	15.4	14.8	15.0	15.4	15.0	14.3	15.3	15.8	14.9	15.8	14.9	181.9	12	15.2
2	Desinflado de neumáticos	44.8	44.0	45.1	44.5	45.1	45.7	44.3	44.8	44.8	45.1	44.8	45.1	538.1	12	44.8
3	Desajuste de pernos de posición exterior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	0.0
4	Desmontaje neumático de posición exterior	1.9	2.0	1.8	2.3	2.1	1.8	1.7	1.9	2.0	2.2	2.0	2.2	23.9	12	2.0
5	Desmontaje aro seguro posición interior	1.0	1.0	1.1	1.2	0.9	0.8	1.3	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	11.9	12	1.0
6	Desmontaje neumático de posición interior	2.1	2.0	2.2	2.5	2.0	1.9	2.3	2.1	1.8	1.7	1.8	1.7	24.1	12	2.0
7	Inspección y limpieza visual aro y componentes	10.2	9.3	9.9	10.0	10.4	9.8	9.2	10.2	10.7	9.8	10.7	9.8	120.0	12	10.0
8	Montaje de neumático posición interior	1.9	1.9	2.1	2.4	2.1	2.3	1.8	1.9	1.8	2.1	1.8	2.0	24.1	12	2.0
9	Montaje aro seguro interno	1.0	0.7	0.8	1.9	1.6	1.2	0.9	1.0	0.8	0.9	0.8	0.9	12.5	12	1.0
10	Montaje de neumático posición exterior	8.9	9.0	8.8	9.3	8.9	8.8	8.7	9.3	9.0	9.2	9.0	9.1	108.0	12	9.0
11	Ajuste de pernos posición exterior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	0.0
12	Inflado de neumáticos	45.1	45.0	45.3	45.0	45.1	44.8	45.0	45.1	44.8	44.9	44.8	44.6	539.5	12	45.0
13	Desplazamiento camión a Truck Shop	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	0.0
14	Retorqueo de pernos de posición exterior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	0.0
15	Desplazamiento Camión a Mina	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	0.0
	Total													1584.0	12	132.0



## Anexo 5. Formato de Validación



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ESTUDIO DE MÉTODOS

Nº	DIMENSIONES / ítems			Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1: ESTUDIO DE MÉTODOS			Si	No	Si	No	Si	No	
1	Estudio de métodos	Nº de minutos empleados	$\frac{\text{Tiempo normal}}{\text{Tiempo estándar}}$	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2: MEDICIÓN DEL TRABAJO			Si	No	Si	No	Si	No	
2	Medición del trabajo	Nº de horas de trabajo	$TN = TO * C / 100$ <p>TO = Tiempo medio observado C = Calificación de desempeño</p>	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable ☒      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Contreras RIVERA, ROBERTO JULIO

DNI: 09961425

Especialidad del validador: Ing. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

\_\_\_\_\_  
Firma del Experto Informante.

## CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ESTUDIO DE MÉTODOS

N°	DIMENSIONES / ítems			Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1: ESTUDIO DE MÉTODOS			Si	No	Si	No	Si	No	
1	Estudio de métodos	N° de minutos empleados	$\frac{\text{Tiempo}}{\text{Tiempo normal}} = \frac{\text{Tiempo}}{\text{Tiempo estándar}}$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: MEDICIÓN DEL TRABAJO			Si	No	Si	No	Si	No	
2	Medición del trabajo	N° de horas de trabajo	$TN = TO * C / 100$ TO = Tiempo medio observado C= Calificación de desempeño	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable ☒      Aplicable después de corregir ☐      No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: SANTOS ESPARZA DNI: 07187345

Especialidad del validador: Jug. Ind.

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
Firma del Experto Informante.

97

**Anexo 6. Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
**Mg. Óscar Francisco Alvarado Rodríguez**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:  
Carlos Martin Castañeda Nomberto

INFORME TÍTULADO:

“Aplicación del estudio de métodos para mejorar la productividad en el desmontaje de aros camiones en minera las Bambas, 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA : 19/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 12 (doce)



**Mg. Óscar Francisco Alvarado Rodríguez**



## Anexo 7. Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo **Carlos Martín Castañeda Nomberto**, identificado con DNI N° **40412542**, egresado(a) de la Carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Autorizo (**X**), la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**Aplicación del estudio de métodos para mejorar la productividad en el desmontaje de aros camiones en minera Las Bambas, 2018**"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

  
.....  
**Carlos Martín Castañeda Nomberto**

DNI : **40412542**

Fecha : **11/09/2019**

						
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC		Vicerrectorado de Investigación	

## Anexo 8. Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis

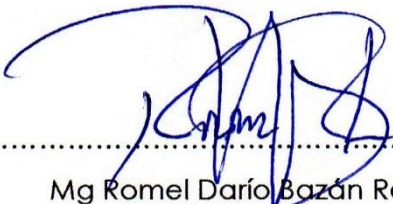
	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Romel Darío Bazán Robles, docente de la Facultad de Ingeniería y carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo campus Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada:

"Aplicación del estudio de métodos para mejorar la productividad en el desmontaje de aros camiones en minera las Bambas 2018", del estudiante Castañeda Nomberto Carlos Martin, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito(a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 21 de setiembre 2019

  
.....  
Mg Romel Darío Bazán Robles  
DNI: 41091024

	
Elabora: 	Revisó: 
Dirección de Investigación	Responsable del SGC
Elabora: 	Vicerectorado de Investigación



# **FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Aplicación del estudio de métodos para mejorar la productividad en el desmontaje de aros camiones en minera Las Bambas, 2018**

#### **AUTOR**

Carlos Martin Castañeda Nomberto

#### **ASESOR**

Mg. Marcial René Zúñiga Muñoz

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Gestión empresarial y productiva

**LIMA - PERÚ**



21/09/2019

#### Resumen de coincidencias

# 28 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Be

#### Coincidencias

- 1 Entregado a Universida...  
Trabajo del estudiante
- 2 repositorio.ucv.edu.pe  
Fuente de Internet
- 3 sajie.journals.ac.za  
Fuente de Internet
- 4 www.scielo.br  
Fuente de Internet
- 5 es.scribd.com  
Fuente de Internet
- 6 Entregado a Fundación...  
Trabajo del estudiante
- 7 repositorio.uss.edu.pe  
Fuente de Internet
- 8 www.lasbambas.com  
Fuente de Internet